02002272803950068

2241

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ Αρ. Φύλλου **227**

28 Μαρτίου 1995

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ & ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

Αριθ. Δ11β/13

Τροποποίηση του Νέου Κανονισμού Σκυροδέματος για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Σκυρόδεμα.

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις της παρ. 1 του άρθρου 21 του Ν. 1418/29.12.1984 «Δημόσια Έργα και ρυθμίσεις συναφών θεμάτων» (Α' 23).

2. Την απόφαση αρ. Δ11ε/0/30123/31.12.1991 «Έγκριση Νέου Κανονισμού για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Σκυρόδεμα» (Β' 1068/31.12.91) και την απόφαση Δ17γ/01/50/Φ.Ν.310/23.6.94 περί παράτασης της παράλληλης εφαρμογής μέχρι 30.6.95.

3. Τις διατάξεις του άρθρου 26 του Ν. 2081/1992 (Α' 154).

4. Το γεγονός ότι από τις διατάξεις του παρόντος δεν προκαλείται δαπάνη εις βάρος του Κρατικού Προϋπολογισμού.

5. Την Υ.Π. 123/15.7.94 απόφαση του Πρωθυπουργού «Καθορισμός αρμοδιοτήτων του Αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων Κωνσταντίνου Γείτονα» (ΦΕΚ 550/Β').

6. Το από 14.2.95 έγγραφο του Προέδρου της Επιτροπής Σύνταξης του Κανονισμού και το έγγραφο αρ. Δ11β/10/15.2.95 της Δ/νσης Προγ/τος Πρ/ύτων και Διεθνών Σχέσεων της Γενικής Γραμματείας Δημοσίων Έργων.

7. Την ανάγκη τροποποίησης του νέου Κανονισμού με βάση τις παρατηρήσεις των χρηστών κατά την περίοδο της παράλληλης εφαρμογής και τις τελικές διατάξεις του Νέου Αντισεισμικού Κανονισμού και του αντίστοιχου Ευρωκώδικα Νο 2, αποφασίζουμε:

1. Εγκρίνουμε την τροποποίηση του Νέου Κανονισμού για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Σκυρόδεμα, ο οποίος εγκρίθηκε με την απόφαση αρ. Δ11ε/0/30123/21.10.1991 (Β' 1068/31.12.1991) και εφαρμόζεται μέχρι την 30.6.1995, παράλληλα με τους παλαιούς «Κανονισμούς Σκυροδέματος» του Β.Δ. 18.12.1954 (ΦΕΚ 160/Α) όπως τροποποιήθηκαν και ισχύουν. Με την παρούσα τροποποίηση του Νέου Κανονισμού καταργούνται και τα άρθρα 45 και 47 του Β.Δ. 1954 που είχαν διατηρηθεί με την προηγούμενη απόφαση αριθ. Δ11ε/0/30123/21.10.1991.

2. Από τη δημοσίευση ης παρούσας απόφασης ισχύει και εφαρμόζεται ο τροποποιημένος Νέος Κανονισμός παράλληλα και κατ' επιλογήν με τους ανωτέρω Κανονισμούς που η ισχύ τους παρατάθηκε μέχρι 30.6.95. Από την ημερομηνία αυτή (30.6.95) και ύστερα, εφαρμόζεται αποκλειστικά και μόνο ο Νέος Κανονισμός, όπως εγκρίνεται με την απόφαση αυτή.

Η παρούσα απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 3 Μαρτίου 1995

Ο ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ

ΚΩΝ. ΓΕΙΤΟΝΑΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Κανονισμός περιλαμβάνει Ορισμούς, Απαιτήσεις και Κριτήρια ικανοποίησής των.

Η εφαρμογή αυτού του Κανονισμού προϋποθέτει άτομα που διαθέτουν τις απαραίτητες τεχνικές γνώσεις και προσόντα.

Η εξασφάλιση της απαιτούμενης λειτουργικότητας και αντοχής μέσω της διατάξεως της κατασκευής και του συνόλου των δομικών στοιχείων που την αποτελούν συνιστά γενική απαίτηση του Κανονισμού.

1.2 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Ο Κανονισμός αυτός ισχύει για κατασκευές από ωπλισμένο και/ή προεντεταμένο σκυρόδεμα με συνήθη αδρανή, όπως αυτά ορίζονται στον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ.)

Ο Κανονισμός καλύπτει την περίπτωση ανάλυσης και σχεδιασμού για συνήθεις δράσεις (μόνιμα φορτία, κινητά φορτία, θερμοκρασιακές δράσεις περιβάλλοντος, χρόνια συμπεριφορά σκυροδέματος και οπλισμών, κ.λ.π).

Ο Κανονισμός αυτός δεν καλύπτει πλήρως ορισμένα ειδικά έργα όπως γέφυρες, φράγματα, θαλάσσιες εξέδρες, πυρηνικούς αντιδραστήρες κ.λ.π. για τα οποία οι διατάξεις του παρόντος Κανονισμού πρέπει να προσαρμόζονται και να συμπληρώνονται με κατάλληλους επι μέρους Κανονισμούς.

1.3 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Αντικείμενο του Κανονισμού αυτού είναι η ικανοποίηση των απαιτήσεων αντοχής και λειτουργικότητας των κατασκευών με επαρκή ασφάλεια.

1.4 ΒΑΣΕΙΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Τα Κεφάλαια 2 μέχρι και 5 περιλαμβάνουν τα βασικά δεδομένα για τους υπολογισμούς. Τιμές διαφορετικές από τις περιλαμβανόμενες στα Κεφάλαια αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπό την προϋπόθεση ότι η αξιοπιστία τους θα αποδεικνύεται κατά ικανοποιητικό τρόπο.

Τα κριτήρια σχεδιασμού τα σχετικά με την ασφάλεια και την λειτουργικότητα των κατασκευών βασίζονται σε μια θεώρηση οριακών καταστάσεων. Η γενική μέθοδος σχεδιασμού είναι μια ημι-πιθανολογική μέθοδος κατά την οποία οι πιθανολογικές θεωρήσεις λαμβάνονται υπόψη μέσω ορισμού "αντιπροσωπευτικών" τιμών τόσο για τις δράσεις όσο και για τις αντοχές των υλικών. Οι τιμές σχεδιασμού των δράσεων και των αντοχών διαμορφώνονται τελικά μέσω χρήσεως κατάλληλων επι μέρους συντελεστών ασφαλείας (Κεφάλαιο 6).

Οι ειδικές μέθοδοι σχεδιασμού που υιοθετούνται (Κεφάλαια 10 μέχρι 14) συμπληρώνονται από κανόνες και πρακτικές συστάσεις για λεπτομερή διαστασιολόγηση (Κεφάλαια 15 μέχρι 18). Με τους κανόνες για τον έλεγχο της ρηγμάτωσης (Κεφάλαιο 15), καθώς και με τις οριζόμενες ελάχιστες επικαλύψεις των οπλισμών (παρ.5.1) ικανοποιείται μερικώς και η απαίτηση ανθεκτικότητας. Ο όρος ανθεκτικότητα εκφράζει σ'αυτόν τον Κανονισμό την αντοχή στην διάρκεια του χρόνου.

Η εφαρμογή σε ειδικές περιπτώσεις άλλων μεθόδων σχεδιασμού από αυτές που περιλαμβάνονται στα Κεφάλαια 10 έως 18 επιτρέπεται υπό την προυπόθεση ότι η επιλογή των εναλλακτικών μεθόδων θα αιτιολογείται. Πρέπει δηλαδή να αποδεικνύεται ότι μέσω των εναλλακτικών μεθόδων ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του Κανονισμού, επιτυγχάνεται δε η ίδια στάθμη αξιοπιστίας.

1.5 ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

Τα ειδικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται, ακολουθούν το Πρότυπο ISO 3898.

1.6 ΜΟΝΑΔΕΣ

Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται συμφωνούν με το Π.Δ. 515/83 και το Πρότυπο ISO 1000, τα οποία βασίζονται στο διεθνές σύστημα μονάδων (S1).

1.7 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ

Η παρουσίαση των υπολογισμών και των σχεδίων πρέπει να είναι σύμφωνη με τις κείμενες διατάξεις.

1.8 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΩΝ

Η μελέτη πρέπει να περιλαμβάνει τα τεύχη και τα σχέδια τα οποία είναι απαραίτητα για την ορθή εκτέλεση της κατασκευής όπως ειδικότερα ορίζεται στις ισχύουσες προδιαγραφές.

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η αντοχή και τα άλλα δεδομένα για το σκυρόδεμα καθορίζονται βάσει τυποποιημένων δοκιμών.

2.2 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Η πυκνότητα θα προσδιορίζεται μέσω δοκιμών ή θα εκτιμάται με βάση τις γνωστές τιμές πυκνότητας των συστατικών του σκυροδέματος.

2.3 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

2.3.1 Χαρακτηριστική αντοχή

Ο Κανονισμός αυτός βασίζεται σε θλιπτική αντοχή σκυροδέματος που μετράται στις 28 ημέρες σε κυλινδρικά δοκίμια διαμέτρου 150 mm και ύψους 300 mm ή κυβικά δοκίμια ακμής 150 mm, σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ).

Χαρακτηριστική αντοχή κυλινδρικού δοκιμίου f_{ck} ή κυβικού δοκιμίου $f_{ck,cube}$ θεωρείται εκείνη η τιμή αντοχής κάτω της οποίας υπάρχει 5% πιθανότητα να βρεθεί η τιμή αντοχής ενός τυχαίου δοκιμίου.

Στην πράξη το σκυρόδεμα θεωρείται ότι ανήκει στην κατηγορία που προδιαγράφεται στην μελέτη, αν τα αποτελέσματα των δοκιμών συμφωνούν με τα κριτήρια συμμόρφωσης του ΚΤΣ.

2.3.2 Κατηγορίες σκυροδέματος

Η διαστασιολόγηση πρέπει κατά κανόνα να βασίζεται σε κατηγορία σκυροδέματος που αντιστοιχεί σε καθορισμένη τιμή χαρακτηριστικής αντοχής.

Η κατηγορία του σκυροδέματος μπορεί να είναι μία από τις ακόλουθες:

C12/15 C16/20 C20/25 C25/30

C30/37 C35/45 C40/50 C45/55 C50/60

όπου ο πρώτος αριθμός κάθε κατηγορίας ορίζει την χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου (f_{ck}), ενώ ο δεύτερος ορίζει την χαρακτηριστική αντοχή κύβου ($f_{ck,cube}$) σε MPa, στις 28 ημέρες.

Η χρήση της κατηγορίας C12/15 σε ωπλισμένο σκυρόδεμα επιτρέπεται μόνο για οικοδομικά έργα τριών ορόφων το πολύ.

Για προεντεταμένο σκυρόδεμα δεν επιτρέπονται οι κατηγορίες C12/15, C16/20 και C20/25.

2.4 ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Στον Κανονισμό αυτό, και εφόσον δεν υπάρχει άλλη ένδειξη, ο όρος "εφελκυστική αντοχή" αναφέρεται σε καθαρό αξονικό εφελκυσμό, όπως έχει ορισθεί από τον ΚΤΣ.

Η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος f_{ct} μπορεί να εκτιμηθεί βάσει της χαρακτηριστικής αντοχής του σκυροδέματος βάσει του Πίνακα 2.1.

f_{ck}	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ctk0.05}$	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	2.9
f_{ctm}	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1
$f_{ctk0.95}$	2.0	2.5	2.9	3.3	3.8	4.2	4.6	4.9	5.3

Πίνακας 2.1
Εφελκυστική αντοχή σε MPa

Η καμπτική εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος $f_{ct,fl}$ μπορεί να εκτιμηθεί από την ακόλουθη σχέση:

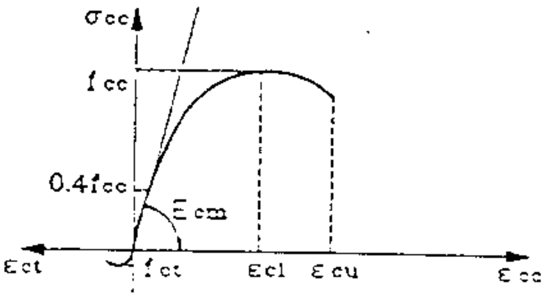
$$f_{ct}=0.5f_{ct,fl} \qquad (2.1)$$

2.5 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

2.5.1 Διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων

Ο μελετητής μπορεί να χρησιμοποιεί αιτιολογημένως διάφορες μορφές του διαγράμματος τάσεων-παραμορφώσεων, ανάλογα με την φύση του έργου και με τις ειδικές απαιτήσεις της μελέτης. Για οικοδομικά έργα, κατάλληλα ιδεατά διαγράμματα περιέχονται στα αντίστοιχα Κεφάλαια του Κανονισμού.

Η γενική μορφή των διαγραμμάτων τάσεων-παραμορφώσεων παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.1



Σχήμα 2.1
Σχηματικό διάγραμμα τάσεων παραμορφώσεων σκυροδέματος (c=θλίψη, t=εφελκυσμός).

2.5.2 Μέτρο ελαστικότητας

Η μέση τιμή E_{cm} του επιβατικού μέτρου ελαστικότητας μπορεί να εκτιμηθεί βάσει της χαρακτηριστικής θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος, μέσω του Πίνακα 2.2.

f_{ck}	12	16	20	25	30	35	40	45	50
E_{cm}	26	28	29	31	32	34	35	36	37

Πίνακας 2.2
Μέτρο ελαστικότητας σε GPa

2.5.3 Λόγος Poisson

Για το λόγο του Poisson μπορεί να ληφθεί μια τιμή μεταξύ 0 και 0.2.

2.5.4 Ερπυσμός και συστολή ξήρανσης

Για οικοδομικά έργα μπορούν να ληφθούν για τον τελικό συντελεστή ερπυσμού και την τελική συστολή ξήρανσης ($t = \infty$), ως αντιπροσωπευτικές οι τιμές του Πίνακα 2.3 εφόσον η τάση του σκυροδέματος δεν υπερβαίνει την τελική τιμή 0.4 f_{ckj}

$\varphi(t_\infty, t_o)$						
Ηλικία t_o τη στιγμή της φόρτισης (ημέρες)	Ιδεατό μέγεθος $2A_c/u$ (σε mm)					
	50	150	600	50	150	600
	Ξηρές ατμοσφ. συνθήκες εσωτ. χώρου (RH=50%)			Υγρές ατμοσφ. συνθήκες υπαίθρου (RH=80%)		
1	5.5	4.5	3.7	3.6	3.2	2.9
7	3.9	3.1	2.6	2.6	2.3	2.0
28	3.0	2.5	2.0	1.9	1.7	1.5
90	2.4	2.0	1.6	1.5	1.4	1.2
365	1.8	1.5	1.2	1.1	1.0	1.0

$\varepsilon_{cs}(t_\infty, t_o)\ 10^{-3}$			
Θέση του στοιχείου	Σχετική υγρασία (%)	Ιδεατό μέγεθος $2A_c/u$ (mm)	
		≤ 150	600
Εσωτερικός χώρος	50	-0.60	-0.50
Υπαίθρος	80	-0.33	-0.28

RH = σχετική υγρασία
A_c είναι το εμβαδόν της διατομής του στοιχείου.
u είναι η περίμετρος της διατομής σε επαφή με την ατμόσφαιρα.
Στην περίπτωση κιβωτοειδούς διατομής ή διατομής με διάκενα της οποίας το εσωτερικό συγκοινωνεί με την ελεύθερη ατμόσφαιρα, το u θα περιλαμβάνει και την εσωτερική περίμετρο.
Για ενδιάμεσες διαστάσεις, μεταξύ 150 και 600 mm, μπορεί να γίνεται γραμμική παρεμβολή στις τιμές του Πίνακα.

Πίνακας 2.3
Τελικές τιμές του συντελεστή ερπυσμού $\varphi(t_\infty, t_o)$ και της συστολής ξήρανσης $\varepsilon_{cs}(t_\infty, t_o)$ σκυροδέματος

Για τάσεις $\sigma_c < 0.4\ f_{ckj}$, (όπου j είναι ο χρόνος μετά την έναρξη της φόρτισης) γίνονται οι εξής παραδοχές:

(i) Οι ερπυστικές παραμορφώσεις συνδέονται γραμμικά με τις τάσεις.

(ii) Οταν η επιβαλλόμενη τάση μεταβάλλεται κατά διαστήματα, οι ερπυστικές παραμορφώσεις που αντιστοιχούν στο διάστημα επιβολής κάθε τιμής της τάσης προστίθενται.

2.5.5 Συντελεστής θερμικής διαστολής

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής του σκυροδέματος μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 10^{-5} ανά °C.

3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΧΑΛΥΒΑ

3.1 ΧΑΛΥΒΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

3.1.1 Γενικά

Τα μηχανικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά των χαλύβων που χρησιμοποιούνται στο ωπλισμένο σκυρόδεμα καθορίζονται από πρότυπα και/ή εγκριτικές αποφάσεις ή πιστοποιητικά συμμόρφωσης.

Οι χάλυβες που καλύπτονται από τον Κανονισμό αυτόν μπορούν να διακριθούν ως εξής:

α) σύμφωνα με τη μέθοδο της παραγωγής. Οι ακολουθούμενες μέθοδοι παραγωγής είναι:
- θερμή έλαση, δίχως καμμιά περαιτέρω επεξεργασία
- θερμή έλαση, η οποία ακολουθείται από μια άμεση εν σειρά θερμική κατεργασία.
- ψυχρή κατεργασία με στρέψη ή με όλκηση (συρματοποίηση) του αρχικού προϊόντος που προέρχεται από θερμή έλαση

β) σύμφωνα με τη μορφή της επιφάνειας σε:
- λείες κυλινδρικές ράβδους ή σύρματα (και συγκολλητά δομικά πλέγματα).
- ράβδους ή σύρματα υψηλής συνάφειας (και συγκολλητά δομικά πλέγματα), (νευροχάλυβες),

γ) σύμφωνα με τη συγκολλησιμότητα σε:
- χάλυβες συγκολλήσιμους υπό προυποθέσεις
- χάλυβες συγκολλήσιμους.

3.1.2 Διατομή υπολογισμών

Οι υπολογισμοί πρέπει να βασίζονται στην ονομαστική διατομή που καθορίζεται από την ονομαστική διάμετρο.

3.1.3 Χαρακτηριστική αντοχή

Χαρακτηριστική αντοχή f_{yk} θεωρείται εκείνη η τιμή του ορίου διαρροής f_y ή του συμβατικού ορίου διαρροής $f_{0.2}$ (που αντιστοιχεί σε παραμένουσα παραμόρφωση 0,2%) κάτω της οποίας υπάρχει 5% πιθανότητα να βρεθεί η τιμή αντοχής ενός τυχαίου δοκιμίου. Εάν ο παραγωγός χάλυβα εγγυάται μια ελάχιστη τιμή για το f_y ή $f_{0.2}$ η τιμή αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως χαρακτηριστική.

Η εφελκυστική αντοχή f_{st} που προσδιορίζεται με δοκιμές εφελκυσμού ράβδων πρέπει επίσης να πληροί τις σχέσεις:

$$f_{st} \geq 1.1\, f_{yk} \quad (3.1)$$

$$f_{st} \geq 1.05\, f_{y,obs} \quad (3.2)$$

όπου $f_{y,obs}$ είναι το όριο διαρροής όπως προσδιορίζεται από αυτές τις δοκιμές εφελκυσμού.

Κανονικά η μελέτη πρέπει να βασίζεται σε κατηγορία χάλυβα που αντιστοιχεί σε καθορισμένη τιμή χαρακτηριστικής αντοχής f_{yk}.

3.1.4 Οπλισμοί υψηλής συνάφειας (νευροχάλυβες)

Οι οπλισμοί υψηλής συνάφειας πρέπει να πληρούν τις συνθήκες και απαιτήσεις των σχετικών προτύπων.

3.1.5 Συγκολλητά δομικά πλέγματα

Οταν η παρουσία εγκάρσιων συγκολλημένων ράβδων λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό του μήκους αγκυρώσεως (παρ. 17.6.1), τότε κάθε συγκόλληση πρέπει να μπορεί να αναλάβει τέμνουσα δύναμη ίση με $0.3\, f_{yk} A_s$, όπου As είναι η διατομή της μεγαλύτερης από τις ράβδους που συγκολλούνται.

3.1.6 Παραμορφώσεις

3.1.6.1 Διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων

Τα πραγματικά διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων μπορούν να αντικατασταθούν με διγραμμικά ή τριγραμμικά διαγράμματα, διαλεγμένα έτσι ώστε η απλοποίηση αυτή να δίνει προσεγγίσεις υπέρ της ασφάλειας.

3.1.6.2 Μέτρο ελαστικότητας E_s

Για όλους τους χάλυβες ωπλισμένου σκυροδέματος το μέτρο ελαστικότητας μπορεί να ληφθεί ίσο με 200 GPa.

3.1.6.3 Συντελεστής θερμικής διαστολής

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής του χάλυβα μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 10^{-5} ανά °C.

3.1.7 Ολκιμότητα

Θα πρέπει να δειχθεί ότι ο χάλυβας έχει επαρκή ολκιμότητα ώστε να επιτρέπει ανακατανομή εντάσεως (βλ. παρ. 8.2.2).

3.1.8 Συγκολλησιμότητα

Βλέπε παρ.19.3.2.

3.2 ΧΑΛΥΒΑΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

3.2.1 Γενικά

Οι μηχανικές και φυσικές ιδιότητες των χαλύβων προέντασης καθορίζονται από πιστοποιητικά.

Οι χάλυβες προέντασης που καλύπτονται από τον Κανονισμό αυτό είναι δυνατόν να περιγραφούν ως ακολούθως:

α) σύμφωνα με την κατεργασία:

α.1) θερμή κατεργασία
- χάλυβες ειδικής κατεργασίας,
- χάλυβες σκληρυμένοι με βαφή.

α.2) μηχανική κατεργασία
- χάλυβες ψυχρής κατεργασίας με διέλκυση ή εξέλαση.
- χάλυβες ψυχρής κατεργασίας με συστροφή ή έλξη.

Οι κατεργασίες αυτές μπορούν να συμπληρωθούν με γήρανση και σταθεροποίηση.

β) σύμφωνα με τον τύπο:
- σύρματα και ράβδοι,
- συρματόσχοινα ή καλώδια,

γ) σύμφωνα με τη μορφή:
- σύρματα ή ράβδοι λείες και κυκλικές (τα σύρματα μπορούν να είναι ίσια ή πλεγμένα),
- σύρματα ή ράβδοι με νευρώσεις κυκλικές ή μη κυκλικές.

3.2.2 Διατομή υπολογισμού

Οι υπολογισμοί πρέπει να βασίζονται στην ονομαστική διατομή, η οποία για τα σύρματα ή τις ράβδους καθορίζεται από την ονομαστική τους διάμετρο ενώ για τα συρματόσχοινα ή τα καλώδια από τις ονομαστικές διατομές των συρμάτων ή των ράβδων που τα συνθέτουν.

3.2.3 Χαρακτηριστική αντοχή

Ο ορισμός της χαρακτηριστικής αντοχής δίνεται στην παρ.3.1.3.

Η τιμή $f_{0.2}$ μπορεί να αντικατασταθεί από την τιμή $f_{0.1}$ (που αντιστοιχεί σε παραμένουσα παραμόρφωση 0.1%).

Κανονικά η κατηγορία ενός χάλυβα προέντασης πρέπει να προδιαγράφεται με βάση το χαρακτηριστικό του όριο διαρροής ($f_{p0.2k}$ ή $f_{p0.1k}$) και την χαρακτηριστική του εφελκυστική αντοχή f_{ptk}.

Για την εφελκυστική αντοχή f_{ptk} πρέπει να ισχύουν κατ' αντιστοιχία οι σχέσεις (3.1) και (3.2), αν τεθεί σε αυτές $f_{0.2k}$ και $f_{0.2,obs}$.

3.2.4 Χαρακτηριστικά συνάφειας

Το μήκος αγκύρωσης l_{bp} που απαιτείται για να εξασφαλισθεί η μεταβίβαση της δύναμης προέντασης στο σκυρόδεμα μετά την απελευθέρωση των άκρων των τενόντων (προεντεταμένη κλίνη, προτανυόμενοι τένοντες, βλ. παρ. 4.1), πρέπει να

προσδιορίζεται είτε βάσει των τιμών που περιλαμβάνονται στα πιστοποιητικά του χάλυβα προέντασης προσαρμοσμένων, εάν χρειάζεται, στις συνθήκες εφαρμογής, είτε μέσω δοκιμών που να εξομοιώνουν τις συνθήκες εφαρμογής.

Κατά τον έλεγχο οριακών καταστάσεων ρηγμάτωσης, οι προεντεταμένοι τένοντες μπορούν να θεωρηθούν ως οπλισμοί υψηλής συνάφειας υπό την προϋπόθεση ότι πληρούν τα κριτήρια της παρ.3.1.4.

3.2.5 Διατάξεις αγκυρώσεων

Τα πιστοποιητικά των χαλύβων προέντασης δίνουν στοιχεία σχετικά με τις διατάξεις αγκυρώσεων. Εάν οι παραδοχές της μελέτης ή οι συνθήκες εφαρμογής διαφέρουν από εκείνες που προβλέπονται στα πιστοποιητικά, είναι απαραίτητο να γίνονται συμπληρωματικοί έλεγχοι.

3.2.6 Παραμορφώσεις

3.2.6.1 Διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων

Τα διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων λαμβάνονται από τα σχετικά πιστοποιητικά των χαλύβων.

3.2.6.2 Μέτρο ελαστικότητας Es

Για όλους τους χάλυβες προέντασης το μέτρο ελαστικότητας μπορεί να ληφθεί ίσο με 200 GPa.

3.2.6.3 Συντελεστής θερμικής διαστολής

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής των χαλύβων προέντασης λαμβάνεται ίσος με 10^{-5} ανά °C.

3.2.6.4 Χαλάρωση

Οι τιμές της χαλάρωσης που θα ληφθούν υπόψη για τον υπολογισμό της τελικής δύναμης προεντάσεως μπορούν να προσδιορισθούν:

(i) βάσει των δεδομένων που περιέχονται στα πιστοποιητικά ή

(ii) από αποτελέσματα αξιόπιστων δοκιμών χαλάρωσης ή

(iii) όταν κρίνεται ότι τα διατιθεμένα στοιχεία δεν είναι αξιόπιστα ή επαρκή (π.χ. τιμές βασιζόμενες σε δοκιμές μικρής διάρκειας), τότε μπορούν να ληφθούν υπόψη κατάλληλες τιμές της χαλάρωσης, οι οποίες δίνονται στην διεθνή βιβλιογραφία για τις συνήθεις περιπτώσεις.

3.2.7 Ολκιμότητα

Οι χρησιμοποιούμενοι χάλυβες προέντασης πρέπει να έχουν επαρκή ολκιμότητα ώστε να είναι δυνατή η ανακατανομή εντάσεως.

4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

4.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

(i) Προένταση μετά απ' την σκλήρυνση του σκυροδέματος (Προένταση): Οι τένοντες (σύρματα, ράβδοι ή συρματόσχοινα, καλώδια) τοποθετούνται μέσα σε σωλήνες και αγκυρώνονται κατάλληλα στα άκρα τους. Οι συνθήκες εφαρμογής συστημάτων αυτής της μεθόδου προέντασης καθορίζονται από τα πιστοποιητικά των συστημάτων προεντάσεως.

(ii) Προένταση πριν από την έγχυση του σκυροδέματος (Προεντεταμένη κλίνη, προτανυόμενοι τένοντες):
Οι τένοντες (σύρματα ή συρματόσχοινα) βρίσκονται σε άμεση επαφή με το σκυρόδεμα και αγκυρώνονται μέσω συνάφειας.

4.2 ΑΡΧΙΚΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

Η αρχική τάση του τένοντα, μετά την απομάκρυνση των γρύλων και αφού λειτουργήσουν οι αγκυρώσεις δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την μικρότερη από τις επόμενες δύο τιμές:

$$\sigma_{po} = 0.65\ f_{ptk} \quad (4.1)$$

$$\sigma_{po} = 0.75\ f_{p0.1k} \quad (4.2)$$

Η ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή σκυροδέματος κατά την στιγμή της προέντασης, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος υποχώρησης των σωμάτων αγκύρωσης, δίδεται στα πιστοποιητικά των διαφόρων συστημάτων προέντασης.

Εφόσον υπάρχει ολίσθηση των τενόντων στις θέσεις αγκυρώσεώς των και μέσα στο μήκος επιρροής της ολίσθησης, οι μέγιστες τάσεις στον γρύλο μπορούν να ληφθούν κατά την στιγμή της προέντασης ίσες με:

$$\sigma_{po,max} = 0.70\ f_{ptk} \quad (4.3)$$

$$\sigma_{po,max} = 0.80\ f_{p0.1k} \quad (4.4)$$

4.3 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

4.3.1 Γενικά

Για δεδομένη ηλικία του σκυροδέματος, οι απώλειες προέντασης σε μια διατομή (σε σχέση με τη

μέγιστη τάση στο γρύλο προέντασης) ισούνται με το άθροισμα:

- των απωλειών πριν από την προένταση του σκυροδέματος (παρ.4.3.2),
- των μειώσεων (παρ.4.3.3) και
- των χρόνιων απωλειών (παρ.4.3.4).

Η εκτίμηση των απωλειών βασίζεται γενικά στην χρησιμοποίηση μέσων τιμών των βασικών δεδομένων.

4.3.2 Απώλειες πριν από την προένταση του σκυροδέματος (Προεντεταμένη κλίνη

Οι παρακάτω απώλειες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς:

α) απώλειες λόγω τριβής στις διαμορφώσεις των καμπυλών (στην περίπτωση καμπύλων τενόντων), καθώς και απώλειες λόγω ολίσθησης στις αγκυρώσεις της προεντεταμένης κλίνης.

β) απώλειες λόγω χαλάρωσης του χάλυβα των τενόντων (που θεωρούνται ότι είναι εκτεθειμένοι) κατά την χρονική περίοδο μεταξύ έντασης των τενόντων και εφαρμογής της προέντασης στο σκυρόδεμα.

4.3.3 Μειώσεις

4.3.3.1 Μειώσεις λόγω στιγμιαίας παραμόρφωσης του σκυροδέματος

Πρέπει να ληφθεί υπόψη η μείωση προέντασης λόγω βράχυνσης του σκυροδέματος η οποία προκύπτει:

- στην περίπτωση προτάνυσης ως αποτέλεσμα της δράσης των τενόντων όταν ελευθερώνονται από τις αγκυρώσεις τους.
- στην περίπτωση προέντασης ως αποτέλεσμα του προγράμματος τάνυσης των τενόντων.

4.3.3.2 Μειώσεις λόγω τριβής (Προένταση)

Η τάση του τένοντα, $\sigma_{po}(x)$, σε μια διατομή που βρίσκεται σε απόσταση x απ' την ενεργό αγκύρωση είναι μειωμένη σε σχέση με την τάση $\sigma_{po,max}$ (x=0), στην θέση της αγκύρωσης, κατά τις μειώσεις λόγω τριβής. Η τάση στην θέση x μπορεί να υπολογισθεί μέσω της ακόλουθης σχέσης:

$$\sigma_{po}(x) = \sigma_{po,max}(x=0)\exp(-\mu(\alpha-k.x)) \qquad (4.5)$$

όπου:

μ = συντελεστής τριβής μεταξύ τένοντα και σωλήνα.

α = άθροισμα των απολύτων τιμών των γωνιακών εκτροπών του τένοντα απ' την θέση 0 μέχρι την θέση x, μετρούμενων σε ακτίνια (χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η διεύθυνση ή το πρόσημό τους)

k = αθέλητη γωνιακή εκτροπή (ακτίνια ανά μονάδα μήκους) από την ακριβή χάραξη των τενόντων.

Στα πιστοποιητικά των διαφόρων συστημάτων προέντασης δίνονται τιμές για το μ και το k.

Λίπανση επιτρέπεται μόνο με λιπαντικά για τα οποία υπάρχει εγκριτική απόφαση, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος βλάβης του αλκαλικού περιβάλλοντος των τενόντων.

4.3.3.3 Μειώσεις λόγω ολίσθησης στις αγκυρώσεις (Προένταση)

Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ολίσθηση του τένοντα κατά την στιγμή της σφήνωσης, καθώς και η παραμόρφωση της αγκύρωσης.

4.3.3.4 Αλλες μειώσεις

Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και όλα τα άλλα πιθανά αίτια μειώσεων που οφείλονται στην μέθοδο ή στον εξοπλισμό προέντασης.

4.3.4 Χρόνιες απώλειες λόγω ερπυσμού και συστολής ξήρανσης του σκυροδέματος και χαλάρωσης του χάλυβα.

Ο υπολογισμός των χρόνιων απωλειών λόγω ερπυσμού και συστολής ξήρανσης του σκυροδέματος και χαλάρωσης του χάλυβα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την αλληλεξάρτηση των φαινομένων.

4.4 ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

4.4.1 Υπολογισμός απωλειών προέντασης

Για τις περισσότερες περιπτώσεις αρκεί ο υπολογισμός των τιμών της προέντασης σε δύο χρονικές περιόδους:

- τη στιγμή της εφαρμογής της προέντασης στο σκυρόδεμα (t=0),
- μετά από μεγάλη χρονική περίοδο (t=∞).

Κατά τον υπολογισμό των τιμών της προέντασης στη διατομή x λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες απώλειες:

Για t=0: Οι μειώσεις (παρ. 4.3.3) στις οποίες, στην περίπτωση προεντεταμένης κλίνης, προστίθενται και οι απώλειες πριν από την προένταση του σκυροδέματος (παρ. 4.3.2)· το άθροισμα των απωλειών αυτών συμβολίζεται με $\Delta P_o(x)$.

Για t=∞ :Οι προηγούμενες απώλειες $\Delta P_o(x)$ αυξημένες κατά τις χρόνιες απώλειες $\Delta P_\infty(x)$ (παρ. 4.3.4).

4.4.2 Τιμές της προέντασης εισαγόμενες στους υπολογισμούς

Για τις συνηθέστερες περιπτώσεις αρκεί να ληφθεί υπόψη μόνο μια αντιπροσωπευτική τιμή προέντασης. Η τιμή αυτή ισούται με την μέση τιμή σε χρόνο t για την υπόψη διατομή x:

$$P_{mt}(x) = P_o-(\Delta P_o(x)+\Delta P_t(x)) \qquad (4.6)$$

όπου:

P_o = αρχική προένταση κατά την στιγμή t=0 εφαρμοζόμενη στο άκρο (x=0).

$\Delta P_t(x)$ = χρόνιες απώλειες σε χρόνο t στη διατομή x.

4.5 ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

Η προένταση γενικά προκαλεί:

α) τοπικά φαινόμενα στην περιοχή των αγκυρώσεων και στα σημεία όπου οι τένοντες αλλάζουν διεύθυνση,

β) 'ισοστατικές' επιρροές σε ισοστατικούς φορείς,

γ) 'ισοστατικές' και 'υπερστατικές' επιρροές σε υπερστατικούς φορείς.

4.5.1 Διανομή της δύναμης προένστασης

α) Προένταση μετά απ' την σκλήρυνση του σκυροδέματος

Σε περίπτωση ενός στοιχείου με μεγάλο πλάτος γίνεται η παραδοχή ότι η δύναμη προένστασης διανέμεται πέραν της αγκύρωσης υπό γωνία 2β, όπου $\tan\beta = 2/3$ ($\beta \cong 34°$).

Σε περίπτωση πλακοδοκού γίνεται η παραδοχή ότι η δύναμη προένστασης διανέμεται:

1. πάνω στο μέσο επίπεδο του κορμού, εντός γωνίας 2β ξεκινώντας από την αγκύρωση,
2. στο μέσο επίπεδο του άνω πέλματος, υπό γωνία β εκατέρωθεν του κορμού, από το σημείο όπου η διανομή στον κορμό φθάνει στο πέλμα.

β) Προένταση πριν από την έγχυση του σκυροδέματος

Η εφελκυστική τάση σ' έναν προτανυόμενο τένοντα υποτίθεται ότι λαμβάνει την τιμή σχεδιασμού της σε απόσταση l_{bpd} από το άκρο.

Η απόσταση αυτή ισούται με $0{,}80 l_{bp}$ ή με $1{,}2 l_{bp}$, ανάλογα με το ποια απ' αυτές τις δύο τιμές είναι δυσμενέστερη για το υπό εξέταση εντατικό μέγεθος (l_{bp} είναι το μήκος αγκύρωσης, όπως ορίσθηκε στην παρ.3.2.4)

Ως μήκος ανάπτυξης της προένστασης ορίζεται η απόσταση μεταξύ του άκρου του τένοντα και μιας διατομής πέραν της οποίας η διανομή των ορθών τάσεων λόγω προένστασης θεωρείται γραμμική, σε όλο το ύψος τη διατομής.

Για ορθογωνική διατομή με ευθύγραμμους τένοντες στο κάτω μέρος της διατομής, μπορεί να θεωρηθεί ότι το μήκος ανάπτυξης της προένστασης είναι:

$$l_{p,ef} = \sqrt{(0{,}8 l_{bpd})^2 + h^2} > l_{bpd}$$

όπου h είναι το ύψος της διατομής.

Σημειώνεται ότι κατά τον έλεγχο της αγκύρωσης πρέπει να ληφθεί υπόψη το μέγεθος του μήκους μεταθέσεως του διαγράμματος ροπών κάμψεως (παρ.11.2.4). Για πλακοδοκούς μπορεί να υιοθετηθεί ο κανόνας διανομής προένστασης που εφαρμόζεται στην περίπτωση προένστασης μετά από την σκλήρυνση του σκυροδέματος.

4.5.2 Τένοντες χωρίς συνάφεια

Αυτή η περίπτωση μπορεί να αφορά:

προσωρινώς μεν τένοντες οι οποίοι πρόκειται να συνδεθούν με το σκυρόδεμα μέσω τσιμεντενέματος (οι τένοντες υπάγονται σ'αυτήν την κατηγορία πριν απ'την ενεργοποίηση της σύνδεσής των με το σκυρόδεμα) μονίμως δε, όταν δεν προβλέπεται σύνδεση των τενόντων με το σκυρόδεμα (προένταση χωρίς σύνδεση).

Κατά κανόνα η δύναμη προένστασης που επιβάλλεται μέσω τενόντων χωρίς συνάφεια, θεωρείται τμήμα των δράσεων.

4.5.3 Τένοντες με συνάφεια

Ο τρόπος με τον οποίον επιδρά η προένταση ως τμήμα των δράσεων ή ως μέρος της αντίστασης μιας διατομής μεταβάλλεται με την αύξηση των δράσεων. Αυτό το δεδομένο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον καθορισμό των επιμέρους συντελεστών γ_p ή γ_m αντιστοίχως.

Έτσι,

1) Στις ισοστατικές επιρροές, η προένταση λαμβάνεται υπόψη σε μια διατομή ως:

(α) τμήμα της εσωτερικής αντοχής, όταν η παραμόρφωση των τενόντων είναι μεγαλύτερη από ε_{pd} (παραμόρφωση που αντιστοιχεί σε τάση $f_{p0,1}/\gamma_m$). Αυτή η περίπτωση θα πρέπει να εξετάζεται:
- στους διαμήκεις τένοντες, κατά τον έλεγχο των οριακών καταστάσεων αντοχής έναντι ορθών δράσεων (Κεφ.10) και λυγισμού (Κεφ.14)
- στον κατακόρυφο προεντεταμένο διατμητικό οπλισμό, κατά τον έλεγχο των οριακών καταστάσεων αντοχής έναντι τεμνουσών δυνάμεων (Κεφ.11) και στρέψης (Κεφ.12)

(β) τμήμα των εξωτερικών δράσεων, όταν η επιμήκυνση των τενόντων είναι μικρότερη από την ε_{pd} (και συνεπώς οι τένοντες βρίσκονται στην ελαστική περιοχή).

2) Στις υπερστατικές επιρροές, επειδή αυτές επηρεάζονται ελάχιστα από την εξέλιξη της φόρτισης, η προένταση λαμβανεται πάντοτε ως τμήμα των εξωτερικών δράσεων.

Για την εφαρμογή των παραπάνω διατάξεων, η διαδικασία που πρέπει να υιοθετηθεί δίνεται στον Πίνακα 4.1. Οι απαιτούμενοι επι μέρους συντελε-

στές ασφαλείας γ_f και γ_m καθώς και οι συντελεστές συνδυασμών δράσεων, ψ, λαμβάνονται σύμφωνα με το Κεφ.6.

Επιρροές λόγω προέντασης P	Εξεταζόμενη οριακή κατάσταση	Τμήμα των εξωτερικών δράσεων	Τμήμα της αντοχής
ισοστατικές	λειτουργικότητα	πάντοτε	–
	αστοχία	όταν $\varepsilon_p < \varepsilon_{pd}$ (*)	όταν $\varepsilon_p \geq \varepsilon_{pd}$
υπερστατικές (*)	λειτουργικότητα και αστοχία	πάντοτε	–
			–

ε_p = ανηγμένη παραμόρφωση προεντεταμένου τένοντα

ε_{pd} = ανηγμένη παραμόρφωση που αντιστοιχεί σε τάση $\sigma_p = f_{p0,k}/\gamma_m$

(*) Μόνο το υπερστατικό τμήμα της έντασης λόγω προεντάσεως.

Πίνακας 4.1

Εισαγωγή της προέντασης στους υπολογισμούς

5. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

5.1 ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΔΙΑΡΚΕΙΑ, ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ

Για να εξασφαλιστεί η ανθεκτικότητα σε διάρκεια μιας κατασκευής, θα πρέπει να ληφθούν κατάλληλα υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες

- τα κριτήρια σχεδιασμού,
- το επίπεδο του εργατικού δυναμικού και του ποιοτικού ελέγχου,
- η πιθανολογούμενη χρήση και συντήρηση κατά την διάρκεια της ζωής του έργου,
- τα τυχόν ειδικά προστατευτικά μέτρα,
- η μορφολογία των δομικών στοιχείων και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες,
- η σύνθεση, οι ιδιότητες και η συμπεριφορά των υλικών,
- οι συνθήκες περιβάλλοντος.

Ειδικότερα, οι συνθήκες περιβάλλοντος που θα επικρατούν κατά την ενεργό ζωή της κατασκευής θα πρέπει να εκτιμηθούν κατά τον σχεδιασμό του έργου έτσι ώστε να είναι δυνατή η αξιολόγηση της σπουδαιότητάς των σε σχέση με την ανθεκτικότητα σε διάρκεια και να προβλέπονται τα κατάλληλα μέτρα. Βασικό μεταξύ των μέτρων αυτών είναι το μέγεθος της εκ σκυροδέματος επικαλύψεως των οπλισμών.

Ορίζονται 4 κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος ως εξής (βλ. και παρ. 12.4 ΚΤΣ):

Κατηγορία 1 : Ελάχιστα διαβρωτικό περιβάλλον.

Κατηγορία 2 : Μετρίως διαβρωτικό περιβάλλον.

Κατηγορία 3 : Παραθαλάσσιο περιβάλλον. Παραθαλάσσιες περιοχές (απόσταση από την ακτή (≤1km).

Κατηγορία 4 : Πολύ διαβρωτικό περιβάλλον. Βιομηχανικές ζώνες, χώροι με υψηλή περιεκτικότητα σε χημικά προιόντα (αέρια, υγρά, στερεά).

Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ οποιουδήποτε οπλισμού και της πλησιέστερης επιφάνειας σκυροδέματος (επικάλυψη) δίνεται στον Πίνακα 5.1.

Η ονομαστική τιμή επικαλύψεως σκυροδέματος πρέπει να είναι μεγαλύτερη κατά 5mm της ελαχίστης:

$c_{nom} = c_{min} + 5$ mm.

Αν το τελικό πάχος επικαλύψεως με σκυρόδεμα είναι > 40 mm επιβάλλεται η χρήση πρόσθετου ειδικού λεπτού επιδερμικού οπλισμού (βλ. Παρ. 15.6).

Τιμές				Διόρθωση για				
Κατηγορία συνθηκών περιβάλλοντος				Πλάκες ή κελύφη	Προτανυόμενους τένοντες	Προεντεταμένους τένοντες	C12-C20	C30-C50
1	2	3	4					
20	25	30	30-45*	-5	+5	+10	+5	-5

*Αναλόγως της διαβρωτικότητας του μέσου

Η τελική τιμή της ελάχιστης επικάλυψης δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από 15 mm ή από (Φ+10mm ή 20mm) για κατηγορίες συνθηκών επιβάλλοντος 1/2 ή 3/4, αντιστοίχως, όπου Φ(ή Φν$\overline{n}$) η διάμετρος ράβδου οπλισμού (ή η ισοδύναμη διάμετρος δέσμης ράβδων).

Για σκυροδετήσεις εν επαφή με συνήθη εδάφη η ελάχιστη επικάλυψη είναι:

- για απευθείας σκυροδέτηση σε μη διαμορφωμένο έδαφος 75 mm
- για σκυροδέτηση επί διαμορφωμένου εδάφους 40mm.

Για υποθαλάσσια έργα ή έργα που διαβρέχονται / καταιονίζονται με θαλασσινό νερό, η ελάχιστη επικάλυψη είναι 60 mm.

Για σκυροδέματα με αδρανή μεγίστου κόκκου > 30 mm, η ονομαστική επικάλυψη αυξάνεται κατά 5mm, για C_{min} ≤ 30 mm. Τέλος, υπενθυμίζεται σχετικώς, ότι το μέγεθος της επικαλύψεως εκ σκυροδέματος είναι συνάρτηση και της διαμέτρου Φ(ή Φν$\overline{n}$) της ράβδου (ή της δέσμης ράβδων), για εξασφάλιση ικανοποιητικής συνάφειας (βλ. παρ. 17.5).

Για ειδικά έργα (π.χ. σταθμοί αφαλατώσεως ή έργα όπου το σκυρόδεμα έρχεται σε επαφή με νερό ή εδάφη με υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων ή θειοϊόντων) θα γίνεται ειδική μελέτη (βλ. και παρ. 12.4 ΚΤΣ).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1

Ελάχιστες επικαλύψεις σε mm (c_{min})

(5.4)

5.2 ΑΝΟΧΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

Τα οικοδομικά έργα (εκτός αν ισχύει άλλη ειδική προδιαγραφή) πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις ανοχών, οι οποίες αντιστοιχούν σε μια πιθανή απόκλιση Δl μιας διάστασης l σε σχέση με την ονομαστική της τιμή:

α) Ανοχές διαστάσεων διατομών σκυροδέματος (ύψος δοκού ή πλάκας, πλάτος δοκού, διαστάσεις διατομής υποστυλώματος και τοιχώματος), και στατικών υψών:

$l \leq 150mm \quad : \Delta l = \pm 10mm$ (5.1)

$l = 400mm \quad : \Delta l = \pm 20mm$ (5.2)

$l \geq 2500mm \quad : \Delta l = \pm 30mm$ (5.3)

με γραμμική παρεμβολή για ενδιάμεσες τιμές του l (l = b,d ή h κατά περίπτωση).

β) Ανοχές μήκους δοκού ή πλάκας
$\Delta l = \pm 0.05l > \pm 250mm$

γ) Ανοχές απόκλισης υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων από την κατακόρυφο (γωνία Δα σε ακτίνια):
- μεταξύ δύο συνεχόμενων ορόφων

$\Delta\alpha = 0.0040$

- για το συνολικό ύψος του υποστυλώματος (απόκλιση της ευθείας που ενώνει την κορυφή με τη βάση του)

$\Delta\alpha = 0.010/(n-2)$ (5.5)

όπου n ο αριθμός των ορόφων.

δ) Ανοχές απόκλισης της συνισταμένης των δυνάμεων προέντασης από την ονομαστική της θέση:

$l \leq 200mm$
- για τένοντες οι οποίοι είναι τμήματα δέσμης τενόντων, για μεμονωμένους τένοντες και για δέσμες τενόντων:

$\Delta l = \pm 0.025l \not> \pm 10mm$ (5.6)

$l > 200mm$
- για τένοντες οι οποίοι είναι τμήματα δέσμης τενόντων και για μεμονωμένους τένοντες

$\Delta l = \pm 0.025l \not> \pm 20mm$ (5.7)

- για δέσμες τενόντων

$\Delta l = \pm 0.04l \not> \pm 30mm$ (5.8)

όπου l είναι η εκάστοτε εξεταζόμενη διάσταση του στοιχείου.

Οι απαιτήσεις ανοχών θεωρείται ότι έχουν ικανοποιηθεί αν οι ανοχές που προδιαγράφονται σ' αυτήν την παράγραφο δεν έχουν ξεπερασθεί εις βάρος της ασφάλειας σε περισσότερο από το 5% των δομικών στοιχείων.

Όταν οι απαιτήσεις ελάχιστων ανοχών δεν ικανοποιούνται, πρέπει να γίνει συμπληρωματική μελέτη, η οποία να λαμβάνει υπόψη τις υπάρχουσες ανοχές (εφόσον η επιρροή τους είναι δυσμενής).

6. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

6.1.1 Μορφολογία δομικού συστήματος

Ο σχεδιασμός των κατασκευών βασίζεται κατ'αρχήν στην μόρφωση ενός σαφούς δομικού συστήματος καλής μορφολογίας, τόσο στα επί μέρους δομικά στοιχεία, όσο και στο σύνολο.

Κατασκευές μη ευνοϊκής μορφολογίας πρέπει να αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερη προσοχή και επιμέλεια, τόσο κατά την ανάλυση του δομικού συστήματος (με σκοπό τον αξιόπιστο προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών), όσο και κατά τις λεπτομέρειες όπλισης.

Κατά τον σχεδιασμό έναντι σεισμικών δράσεων πρέπει να εξασφαλίζεται ότι:

α) Η καμπτική αστοχία προηγείται της διατμητικής αστοχίας.

β) Η αντοχή σε κάμψη των υποστυλωμάτων που συντρέχουν σε ένα κόμβο είναι τουλάχιστον ίση προς την αντοχή σε κάμψη των δοκών που συντρέχουν στον ίδιο κόμβο.

γ) Σε περίπτωση πλακών εδραζομένων απευθείας σε υποστυλώματα πρέπει να επιδιώκεται κατά το δυνατόν η ανάληψη των σεισμικών δυνάμεων από τοιχώματα, πλαίσια ή συνδυασμό των δύο. Επιτρέπεται, υπό τις προϋποθέσεις της παρ.9.17, τμήμα των σεισμικών δυνάμεων να παραλαμβάνεται από το σύστημα πλακών - στύλων.

δ) Κτίρια μη κλειστής κάτοψης (σχήματος Γ,Π κλπ) ή κτίρια αποτελούμενα από γειτονικά τμήματα με διαφορετικό αριθμό ορόφων, συνιστάται να χωρίζονται με αρμούς σε κατά το δυνατόν πρισματικά υποσυστήματα. Πρέπει να αποφεύγονται κτίρια με μεγάλες μάζες πάνω σε δομικά στοιχεία μεγάλης ευκαμψίας.
Επίσης, συνιστάται η συμμετρική διάταξη των κατακόρυφων στοιχείων δυσκαμψίας.

6.1.2 Αρχές σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός ενός δομικού συστήματος γίνεται για να εξασφαλισθεί η φέρουσα ικανότητα και η λειτουργικότητά του.

Για τον σκοπό αυτό εξετάζονται δύο κατηγορίες οριακών καταστάσεων, οι οριακές καταστάσεις αστοχίας και οι οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας (παρ.6.2).

Ο έλεγχος έναντι μια οριακής κατάστασης γίνεται εν γένει συγκρίνοντας μια συνισταμένη δράση σχεδιασμού S_d με μια συνισταμένη αντίσταση σχεδιασμού R_d. Για να μην υπάρχει υπέρβαση της υπό εξέταση οριακής κατάστασης θα πρέπει:

$$S_d \leq R_d \qquad (6.1)$$

Οι δράσεις και οι αντιστάσεις σχεδιασμού καθορίζονται με την μέθοδο των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας όπως στην παρ.6.3.

Στην περίπτωση που οι δράσεις μπορούν να εκφρασθούν σε εντατικά μεγέθη, τα οποία αντιπροσωπεύουν την εξεταζόμενη οριακή κατάσταση, είναι δυνατή η σύγκριση δράσεων και αντιστάσεων, σχέση (6.1), μέσω εντατικών μεγεθών.

Ο έλεγχος της κατασκευής περιλαμβάνει δύο μέρη:

1. τον προσδιορισμό των δυσμενέστερων δράσεων ή εντατικών μεγεθών (Κεφάλαια 7, 8, 9, 15, 16) και
2. τον προσδιορισμό των αντίστοιχων αντιστάσεων για τις οριακές καταστάσεις αστοχίας (Κεφάλαια 10, 11, 12, 13, 14) και λειτουργικότητας (Κεφάλαια 15, 16).

6.2 ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Ένας φορέας θεωρείται ότι δεν εκπληρώνει τον σκοπό για τον οποίο κατασκευάσθηκε, όταν φθάσει σε μια ειδική κατάσταση (που λέγεται "οριακή κατάσταση") όπου παύει να ανταποκρίνεται σ'ένα απ' τα κριτήρια τα σχετικά με την φέρουσα ικανότητά του ή την λειτουργικότητά του.

Οι οριακές καταστάσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α) οριακές καταστάσεις αστοχίας, που αντιστοιχούν στην μέγιστη φέρουσα ικανότητα.

β) οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας, που συνδέονται με τα κριτήρια που διέπουν την κανονική χρήση και την ανθεκτικότητα.

6.2.1 Οριακές καταστάσεις αστοχίας

Οριακές καταστάσεις αστοχίας θεωρούνται οι ακόλουθες:

1. Απώλεια στατικής ισορροπίας ενός στοιχείου ή του συνόλου της κατασκευής θεωρούμενης ως στερεού σώματος (παρ.6.5).

2. Μετατροπή του φορέα σε μηχανισμό (παρ.9.14)
3. Οριακές καταστάσεις αντοχής σε κρίσιμες διατομές:
   α) έναντι ορθών εντατικών μεγεθών (ροπή κάμψης και/η αξονική δύναμη βλέπε Κεφάλαιο 10)
   β) έναντι διατμητικών καταπονήσεων, δηλαδή:
   - τέμνουσα (βλ.Κεφάλαιο 11),
   - στρέψη (βλ.Κεφάλαιο 12),
   - διάτρηση (βλ.Κεφάλαιο 13),
   - συνάφεια, αγκύρωση.

   Ο Κανονισμός αυτός δεν περιλαμβάνει ελέγχους έναντι οριακών καταστάσεων συνάφειας ή αγκύρωσης διότι η τήρηση των κανόνων του Κεφαλαίου 17 εξασφαλίζει έναντι υπερβάσεως αυτών των οριακών καταστάσεων.
4. Οριακές καταστάσεις λυγισμού (βλ. Κεφάλαιο 14) και ύβωσης. Πρόκειται για οριακές καταστάσεις ελαστοπλαστικής ευστάθειας.

   Σε λυγισμό εξετάζονται οι γραμμικοί φορείς και σε ύβωση οι επιφανειακοί.
5. Οριακές καταστάσεις κόπωσης.

6.2.2 Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας

Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας θεωρούνται:

1. Η ρηγμάτωση (βλέπε Κεφάλαιο 15)

2. Η παραμόρφωση (βλέπε Κεφάλαιο 16)

6.3 ΤΙΜΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

6.3.1 Γενικά

Τιμή σχεδιασμού ονομάζεται η τιμή με την οποία οι δράσεις ή οι αντοχές εισάγονται στην βασική ανίσωση σχεδιασμού (6.1).

Οι τιμές σχεδιασμού S_d μιας δράσης λαμβάνονται ως γινόμενο της αντιπροσωπευτικής της τιμής S_k επί τους επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ_f:

$$S_d = \gamma_f S_k \qquad (6.2)$$

Οι τιμές σχεδιασμού R_d ενός μεγέθους αντοχής προκύπτουν απ'την διαίρεση της αντιπροσωπευτικής του τιμής R_k με τους επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ_m:

$$R_d = R_k/\gamma_m \qquad (6.3)$$

6.3.2 Τιμές σχεδιασμού δράσεων

6.3.2.1 Ορισμοί

Οι δράσεις που ασκούνται σε μια κατασκευή μπορούν να είναι:

- δυνάμεις συγκεντρωμένες ή κατανεμημένες ή/και
- επιβαλλόμενες παραμορφώσεις, που διακρίνονται σε μόνιμες, μεταβλητές και τυχηματικές.

6.3.2.2 Μόνιμες δράσεις

Στις μόνιμες δράσεις με αντιπροσωπευτική τιμή G_k περιλαμβάνονται:

- το ίδιο βάρος της φέρουσας κατασκευής υπολογιζόμενο βάσει των ονομαστικών διαστάσεων,
- το βάρος του οργανισμού πλήρωσης, των επιστρώσεων και γενικά το βάρος κάθε πρόσθετης κατασκευής που θα παραμείνει μονίμως στο έργο,
- οι δράσεις που οφείλονται στην παρουσία υγρών με πρακτικά σταθερή στάθμη.

Οι αντιπροσωπευτικές τιμές της προέντασης P_k δίνονται στη παρ.4.4. Οι τιμές σχεδιασμού G_d των μονίμων δράσεων δίνονται από τη σχέση:

$$G_d = \gamma_g G_k \qquad (6.4)$$

Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ_g των μονίμων δράσεων για τις εξεταζόμενες οριακές καταστάσεις δίνονται στον Πίνακα 6.1.

Οριακές καταστάσεις	Συνδυασμοί	Επιρροή δράσης	
		δυσμενής	ευμενής
Αντοχής	Βασικοί	1.35	1.0
	Τυχηματικοί	1.0	1.0
Λειτουργικότητας	Βασικοί	1.0	1.0

Πίνακας 6.1

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ_g

6.3.2.3 Μεταβλητές δράσεις

Οι αντιπροσωπευτικές τιμές των μεταβλητών δράσεων δίνονται από τους Κανονισμούς φορτίσεων.

Για ειδικές κατασκευές άμεσα εκτεθειμένες στις περιβαλλοντικές δράσεις (άνεμος, χιόνι, θερμοκρασία) επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν, μετά από σύμφωνη γνώμη της Ελεγκτικής Αρχής, ακριβέστερες αντιπροσωπευτικές τιμές εφόσον υπάρχουν τα απαραίτητα στατιστικά στοιχεία.

Οταν δρουν ταυτόχρονα περισσότερες της μιας μεταβλητές δράσεις πρέπει να εξετάζονται κατάλληλοι συνδυασμοί δράσεων.

Οι τιμές σχεδιασμού Q_d των μεταβλητών δράσεων είναι:

- για την δράση με την μεγαλύτερη επιρροή στην οριακή κατάσταση
  $$Q_d = \gamma_q Q_k \qquad (6.5)$$
- για όλες τις υπόλοιπες
  $$Q_d = \gamma_q \psi_i Q_k \qquad (6.6)$$

Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ_q των μεταβλητών δράσεων για τις εξεταζόμενες οριακές καταστάσεις δίνονται στον Πίνακα 6.2.

Οριακές καταστάσεις	Συνδυασμοί	Επιρροή δράσης	
		δυσμενής	ευμενής
Αστοχίας	Βασικοί	1.50	0.0
	Τυχηματικοί	1.0	0.0
Λειτουργικότητας	Βασικοί	1.0	0.0

Πίνακας 6.2

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ_q

Οι συντελεστές συνδυασμού ψ είναι διαφορετικοί για τις διάφορες δράσεις και εξαρτώνται από την μακροχρόνια ή βραχυχρόνια επίδρασή τους στην εξεταζόμενη οριακή κατάσταση. Τιμές του ψ δίνονται στον Πίνακα 6.3.

Δ Ρ Α Σ Ε Ι Σ		Επιδρ. στην οριακή κατάσταση	
		βραχυ-χρόνια ψ_1	μακρο-χρόνια ψ_2
Ωφέλιμα Φορτία	• Κατοικίες,	0.6	0.3
	• Γραφεία, καταστήματα	0.7	0.3
	• Χώροι συνάθροισης κοινού (στάδια, σχολεία, θέατρα, κλπ.)	0.8	0.5
	• Χώροι μακροχρόνιας αποθήκευσης (βιβλιοθήκες, αποθήκες, κλπ)	1.0	0.8
	• Χώροι σταθμευσης	0.9	0.6
Ανεμος, χιόνι		0.6	0.0
Εμμεσες δράσεις, επιβαλλόμενες παραμορφώσεις (διαφορικές καθιζήσεις, θερμοκρασία, συστολή ξηράνσεως κ.λπ.)		0.0	0.0
Πλευρικές τάσεις		1.0	1.0

Πίνακας 6.3.

Συντελεστές συνδυασμού ψ των μεταβλητών δράσεων για τις οριακές καταστάσεις αστοχίας και λειτουργικότητας.

6.3.2.4 Τυχηματικές δράσεις

Οι αντιπροσωπευτικές τιμές των τυχηματικών δράσεων F_k δίνονται από τους Κανονισμούς φορτίσεων. Οι τιμές σχεδιασμού F_d των τυχηματικών δράσεων δίνονται από την σχέση:

$$F_d = F_k \qquad (6.7)$$

6.3.2.5 Προένταση

Οι αντιπροσωπευτικές τιμές των δυνάμεων προέντασης P_k δίνονται στην παρ.4.4 (βλ.επίσης παρ.4.5). Οι τιμές σχεδιασμού P_d της προέντασης δίνονται από την σχέση:

$$P_d = \gamma_p P_k \qquad (6.8)$$

Οι συντελεστές ασφαλείας γ_p για τις εξεταζόμενες οριακές καταστάσεις δίνονται στον Πίνακα 6.4.

Οριακές καταστάσεις	Συνδυασμοί	Επιρροή δράσης	
		δυσμενής	ευμενής
Αστοχίας	Βασικοί	1.2	0.9
	Τυχηματικοί	1.0	1.0
Λειτουργικότητας	Βασικοί	1.0	1.0

Πίνακας 6.4

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ_p

6.3.2.6. Επιβαλλόμενες παραμορφώσεις

Οι επιβαλλόμενες παραμορφώσεις προέρχονται από τη συστολή ξηράνσεως, τις θερμοκρασιακές μεταβολές, τον ερπυσμό, τη χαλάρωση και την μετακίνηση των στηρίξεων. Οι έμμεσες αυτές δράσεις επιτρέπεται να μη λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό έναντι της οριακής καταστάσεως αντοχής, εφόσον η κατασκευή εμφανίζει επαρκή πλαστιμότητα, ώστε να είναι δυνατή η ανακατανομή των εντατικών μεγεθών.

Η οριακή κατάσταση λειτουργικότητας ελέγχεται υπολογιστικά σε κτίρια των οποίων μία από τις διαστάσεις υπερβαίνει τα 40 m, κυρίως για τη συστολή ξηράνσεως και τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Εν τούτοις σε κάθε περίπτωση πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα κατασκευαστικά μέτρα (ελάχιστος οπλισμός ρηγματώσεως, αρμοί διαστολής, κλπ).

Για τον υπολογισμό της εντάσεως επιτρέπεται να λαμβάνεται υπόψη δυσκαμψία του σταδίου ΙΙ, όπως αυτή καθορίζεται στον ΝΕΑΚ.

Η επίδραση της συστολής ξηράνσεως επιτρέπεται να λαμβάνεται ως ομοιόμορφη πτώση θερμοκρασίας:

$\Delta T_{Sd} = 0.5\ \varepsilon_{cs}/\alpha_T$.

Οι μεταβολές θερμοκρασίας επηρεάζονται από τις κλιματικές συνθήκες (ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα ανέμου), από τον τύπο του φορέα (μορφή διατομής) και από τις ιδιότητες του υλικού.

Δομικά έργα τα οποία από τη χρήση τους υπόκεινται σε μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές π.χ. λόγω εγκαταστάσεων ψύξεως ή θερμάνσεως ή μονόπλευρης ηλιακής ακτινοβολίας πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ξεχωριστές περιπτώσεις.

Η ομοιόμορφη μεταβολή θερμοκρασίας αναφέρεται σε μέση θερμοκρασία κατασκευής +10°C και επιτρέπεται να λαμβάνεται κατά τον Πίνακα 6.5. Για συνήθη υπόγεια έργα και τμήματα έργων επιτρέπεται να λαμβάνεται υπόψη $\Delta T_{red} \cong 2/3\ \Delta T$.

Δομικό έργο από	Αριθμητική τιμή ΔT (°C)
Οπλισμένο σκυρόδεμα	±20
Σύμμικτη κατασκευή (σκυρόδεμα - χάλυβας)	±25
Αοπλο Σκυρόδεμα	±15

Πίνακας 6.5

Ομοιόμορφη μεταβολή θερμοκρασίας για έργα στο ύπαιθρο.

6.3.3 Τιμές σχεδιασμού αντοχών

Για την διευκόλυνση της μελέτης χρησιμοποιούνται ιδεατά διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων για το σκυρόδεμα και για τον χάλυβα.

Τα διαγράμματα σχεδιασμού τάσεων-παραμορφώσεων προκύπτουν από τα χαρακτηριστικά διαγράμματα μέσω της σχέσεως :

$$\sigma_d = \frac{\sigma_k}{\gamma_m} \qquad (6.9)$$

Ιδιαίτερα για την αντοχή σχεδιασμού των υλικών ισχύει

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} \qquad (6.10)$$

Οι συντελεστές ασφαλείας γ_m (των αντοχών του σκυροδέματος γ_c και του χάλυβα γ_s) για τις εξεταζόμενες οριακές καταστάσεις δίνονται από τον Πίνακα 6.6.

Οριακές καταστάσεις	Συνδυασμοί	Σκυρόδεμα	Χάλυβες
		γ_c	γ_s
Αστοχίας	Βασικοί	1.5	1.15
	Τυχηματικοί	1.3	1.0
	Τυχηματικοί με σεισμό	1.5	1.15
Λειτουργικότητας	Βασικοί	1.0*	1.0

Πίνακας 6.6

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ_m

* Σε ειδικές περιπτώσεις (π.χ. σε κατασκευές με απαίτηση υδατοστεγανότητας) ο συντελεστής γ_c πρέπει να καθορίζεται ανάλογα με την περίπτωση.

6.4 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΔΡΑΣΕΩΝ

Ο έλεγχος έναντι των οριακών καταστάσεων αστοχίας και λειτουργικότητας γίνεται μέσω της εξίσωσης (6.1).

Σε περίπτωση που δρουν ταυτόχρονα περισσότερες της μιας μεταβλητές δράσεις πρέπει να εξετασθούν διάφοροι συνδυασμοί δράσεων ώστε να προσδιορισθεί η δυσμενέστερη τιμή S_d.

6.4.1 Οριακές καταστάσεις αστοχίας

6.4.1.1 Συνδυασμός βασικών δράσεων

Η δυσμενέστερη τιμή σχεδιασμού δράσεων S_d προσδιορίζεται εξετάζοντας τους συνδυασμούς

$$S_d = S(\gamma_g G_k + \gamma_q Q_{1k} + \gamma_q \Sigma\psi_{0i} Q_{ik} + \gamma_p P_k) \qquad (6.11)$$

όπου i > 1

Q_{1k} είναι η χαρακτηριστική τιμή της βασικής μεταβλητής δράσης του υπόψη συνδυασμού.

Κάθε μεταβλητή δράση Q_{1k} λαμβάνεται διαδοχικά ως βασική, εκτός εάν είναι προφανές ότι κάποιος απ' τους συνδυασμούς δεν είναι καθοριστικός.

Ολες οι δράσεις χωρίζονται σε τμήματα που δρουν ευμενώς και τμήματα που δρουν δυσμενώς στην οριακή κατάσταση και πολλαπλασιάζονται με τους αντίστοιχους συντελεστές ασφαλείας.

6.4.1.2 Συνδυασμός τυχηματικών δράσεων

Η δυσμενέστερη τιμή σχεδιασμού των δράσεων S_d προκύπτει απ'τους συνδυασμούς

$$S_d = S(F_d + \gamma_g G_k + \gamma_q \Sigma\psi_{2i} Q_{ik} + \gamma_p P_k) \qquad (6.12)$$

όπου i > 1

6.4.2 Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας

6.4.2.1 Συνδυασμοί δράσεων

Η δυσμενέστερη τιμή σχεδιασμού των δράσεων S_d προσδιορίζεται απ' τους βραχυχρόνιους συνδυασμούς

$$S_d = S(\gamma_g G_k + \gamma_q Q_{1k} + \gamma_q \Sigma\psi_{0i} Q_{ik} + \gamma_p P_k) \qquad (6.13)$$

όπου i > 1

και τους μακροχρόνιους συνδυασμούς

$$S_d = S(\gamma_g G_k + \gamma_q \psi_1 Q_{1k} + \gamma_q \Sigma\psi_{2i} Q_{ik} + \gamma_p P_k) \qquad (6.14)$$

όπου i > 1

6.5 ΣΤΑΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Για τον έλεγχο της στατικής ισορροπίας της κατασκευής πρέπει να ικανοποιούνται οι εξής συνθήκες

$$S(1.0G - 1.5(Q_{1k} + \Sigma\psi_{0i} Q_{ik})) > 0 \qquad (6.15\alpha)$$

και

$$S(1.0G_1 - 1.35 G_2 - 1.5(Q_{1k} + \Sigma\psi_{0i} Q_{ik})) > 0 \qquad (6.15\beta)$$

όπου i > 1

Στην σχέση (6.15) λαμβάνονται με την απόλυτη τιμή τους.

- το σύνολο των μονίμων δράσεων G
- τα τμήματα G_1 και G_2 του συνόλου των μονίμων δράσεων G που συμβάλλουν στην ευστάθεια ή δρουν κατά της ευστάθειας αντιστοίχως.
- Οι μεταβλητές δράσεις Q_{ik} που δρουν κατά της ευστάθειας, και στις οποίες περιλαμβάνονται και ειδικές δράσεις κατά την φύση κατασκευής.

Ο έλεγχος στατικής ισορροπίας περιλαμβάνει τους ελέγχους ολίσθησης, ανατροπής και ανύψωσης.

Η ενεργοποίηση τυχόν παθητικής ώθησης γαιών η οποία συμβάλλει στην ευστάθεια πρέπει να αποδεικνύεται. Για να ληφθεί υπόψη στην εξίσωση (6.15) πρέπει να εξασφαλίζεται κατασκευαστικά και η ανάπτυξή της. Στην περίπτωση αυτή πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή 0,7.

7. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

7.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Το δομικό σύστημα πρέπει να ελέγχεται σε όλες τις φάσεις κατασκευής καθώς και μετά την ολοκλήρωσή του για όλους τους δυσμενείς συνδυασμούς φορτίσεων.

Ο προσδιορισμός της εντατικής κατάστασης γίνεται με διάφορες μεθόδους ανάλυσης.

Η ανάλυση λαμβανομένης υπόψη της συμπεριφοράς των υλικών μπορεί να είναι:

- ελαστική, κατά την οποίαν ο προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών γίνεται με την θεωρία ελαστικότητας
- πλαστική, μόνον για μετέλεγχο υφισταμένων κατασκευών (θεωρία πλαστικών αρθρώσεων, μέθοδος γραμμών διαρροής, μέθοδος θλιπτήρων-ελκυστήρων).

Σε όσες περιπτώσεις απαιτείται, η ανάλυση θα λαμβάνει υπόψη την επίδραση των παραμορφώσεων στην εντατική κατάσταση (θεωρία 2ης τάξεως). Η ανάλυση για προσδιορισμό των οριακών μεγεθών αντοχής μπορεί να είναι:

- γραμμική με παραδοχή γραμμικών διαγραμμάτων ροπών-καμπυλοτήτων, τάσεων-παραμορφώσεων ή
- μη γραμμική με παραδοχή μη γραμμικών διαγραμμάτων ροπών-καμπυλοτήτων, ροπών-στροφών, και τάσεων-παραμορφώσεων.

Ανάλογα με το είδος της ανάλυσης που έχει ακολουθηθεί για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών, ο έλεγχος πραγματοποιείται ως εξής:

- εάν έχει γίνει ελαστική ανάλυση, ελέγχονται διατομές μέσω συγκρίσεως των μεγεθών έντασης και παραμόρφωσης του υπολογισμού με τα αντίστοιχα οριακά μεγέθη αντοχής και
- εάν έχει γίνει πλαστική ανάλυση, ελέγχεται το σύστημα, μέσω απ' ευθείας συγκρίσεως των δράσεων με την αντοχή του συστήματος.

Οταν οι επιρροές των επιβαλλόμενων παραμορφώσεων (λόγω συστολής ξήρανσης, θερμοκρασιακών μεταβολών, λόγω μεταβολών συνθηκών στήριξης) λαμβάνονται υπόψη, επιτρέπεται να ληφθεί υπόψη η μείωση της ακαμψίας λόγω ρηγμάτωσης και ερπυσμού.

7.2 ΒΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

7.2.1 Δομικό σύστημα και δομικά στοιχεία: Ορισμοί και παραδοχές

Το δομικό σύστημα που χρησιμοποιείται για την ανάλυση αποτελεί ένα απλοποιημένο προσομοίωμα του πραγματικού δομικού συστήματος της κατασκευής και παρά τις τυχόν απλοποιήσεις, πρέπει να επιτρέπει την αξιόπιστη εκτίμηση των μεγεθών έντασης και παραμόρφωσης.

Το δομικό σύστημα είναι δυνατό να αποτελείται από γραμμικά δομικά στοιχεία (δοκοί, υποστυλώματα), επιφανειακά δομικά στοιχεία (πλάκες, υψίκορμοι δοκοί, τοιχώματα, κόμβοι γραμμικών δομικών στοιχείων, κελύφη) και, σε ειδικές περιπτώσεις, τρισδιάστατα δομικά στοιχεία.

7.2.1.1 Γραμμικά δομικά στοιχεία

Τα δομικά στοιχεία θεωρούνται γραμμικά, εάν η μια διάστασή τους είναι σχετικώς μεγάλη σε σχέση με τις άλλες δύο.

7.2.1.2 Επιφανειακά δομικά στοιχεία

Επιφανειακά δομικά στοιχεία θεωρούνται τα στοιχεία των οποίων το πάχος είναι σχετικώς μικρό σε σχέση με τις άλλες δύο διαστάσεις.

7.2.1.2.α Πλάκες

Οι πλάκες είναι επίπεδα επιφανειακά δομικά στοιχεία στα οποία το διάνυσμα των ροπών κάμψης κείται στο μέσο επίπεδό τους.

7.2.1.2.β Δίσκοι

Οι δίσκοι είναι επίπεδα επιφανειακά δομικά στοιχεία που καταπονούνται από δυνάμεις και ροπές, οι οποίες παράγουν ένταση εντός του μέσου επιπέδου τους.

7.2.1.2.γ Κελύφη

Τα κελύφη είναι καμπύλα επιφανειακά δομικά στοιχεία.

7.2.1.2.δ Πτυχωτοί φορείς

Οι πτυχωτοί φορείς είναι φορείς στο χώρο που αποτελούνται από δίσκους, οι οποίοι συνδέονται έτσι ώστε στην κοινή ακμή να σχηματίζεται γωνία και να μεταβιβάζονται δυνάμεις.

7.2.2 Θεωρητικό άνοιγμα

Το θεωρητικό άνοιγμα ενός στοιχείου υπολογίζεται από την σχέση

$$l = l_n + \sum_{i=1}^{2} a_i \qquad (7.1)$$

όπου l_n είναι η απόσταση των παρειών των στηρίξεων.

Η τιμή του a_i λαμβάνεται:

- για μη συνεχή στοιχεία
  $a_i = \min(1/3\ t,\ 0.025\ l_n)$
- για συνεχή στοιχεία $a_i = 1/2\ t$
- για πάκτωση
  $a_i = \min(1/2\ t,\ 0.025\ l_n)$
- για πακτωμένο πρόβολο
  $a_i = 0$

όπου t είναι το πλάτος έδρασης.

7.2.3 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διατομών

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διατομών υπολογίζονται με βάση τις πραγματικές διαστάσεις των διατομών στο υπόψη στάδιο κατασκευής.

α) Ονομαστικές διατομές

Είναι αυτές απ'τις οποίες δεν αφαιρούνται οι επιφάνειες των οπλισμών ωπλισμένου σκυροδέματος ή οι επιφάνειες των κενών (οπές, δίοδοι ή σωλήνες) που προορίζονται για τους τένοντες προεντεταμένου σκυροδέματος.

β) Καθαρές διατομές

Είναι οι διατομές που προκύπτουν αφού αφαιρεθούν απ'τις ονομαστικές διατομές όλα τα διαμήκη και εγκάρσια κενά, ακόμα και αν αυτά πρόκειται να πληρωθούν εκ των υστέρων.

γ) Ιδεατές διατομές

Είναι εκείνες που λαμβάνουν υπόψη και τις διατομές του χάλυβα πολλαπλασιασμένες με τον λόγο των μέτρων ελαστικότητας α. Ο λόγος αυτός εξαρτάται απ'την πιθανή διάρκεια εφαρμογής του υπόψη συνδυασμού δράσεων:

- αν η διάρκεια είναι μικρή, ώστε να αγνοείται ο ερπυσμός, τότε

$$a = E_s/E_c$$

- αν η διάρκεια είναι μεγάλη τότε

$$a = (E_s/E_c)\,[1+\varphi(t,t_0)\,]$$

όπου:

$\varphi(t,t_0)$ = συντελεστής ερπυσμού.

8. ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

8.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η επίλυση του δομικού συστήματος γίνεται με την θεωρία της ελαστικότητας που μπορεί να είναι γραμμική (παρ. 8.2.1) η γραμμική με περιορισμένη ανακατανομή (παρ. 8.2.2) καθώς και με την θεωρία της πλαστικότητας (παρ. 8.3).

Η μέθοδος ανάλυσης πρέπει να βασίζεται σε ένα αξιόπιστο αναλυτικό ομοίωμα της κατασκευής.

8.2 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην θεωρία ελαστικότητας. Οι μετατοπίσεις μπορεί να είναι μικρές (θεωρία 1ης τάξης) ή μεγάλες (θεωρία 2ης τάξης).

8.2.1 Γραμμική ελαστική ανάλυση

Η γραμμική ελαστική ανάλυση εφαρμόζεται για ελέγχους οριακών καταστάσεων αστοχίας και οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας.

Ο προσδιορισμός των δυσκαμψιών για την επίλυση στατικώς αορίστων συστημάτων γίνεται γενικώς στο στάδιο Ι με βάση τις ονομαστικές ή ιδεατές διατομές (παρ.7.2.3).

8.2.2 Γραμμική ελαστική ανάλυση με περιορισμένη ανακατανομή

8.2.2.1 Γενικά

Για τον έλεγχο οριακών καταστάσεων αστοχίας επιτρέπεται ανακατανομή των ροπών που προέκυψαν από την γραμμική ανάλυση.

Οι συνέπειες της ανακατανομής των ροπών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για όλα τα εντατικά μεγέθη (π.χ. και για τις τέμνουσες), ώστε να ικανοποιούνται οι εξισώσεις ισορροπίας.

Η δυνατότητα ανακατανομής εξαρτάται από την πλαστιμότητα της διατομής, η οποία είναι συνάρτηση του λόγου x/d, όπου x το ύψος της θλιβόμενης ζώνης της υπόψη διατομής και d το στατικό της ύψος.

8.2.2.2 Συνθήκες πλαστιμότητας

Επιτρέπεται η μείωση των μεγίστων ροπών κάμψεως με τον πολλαπλασιασμό επί τον συντελεστή δ ο οποίος προσδιορίζεται από την εξίσωση:

$$0.5 + 1.25x/d < \delta < 1.0 \qquad (8.1)$$

όταν ικανοποιούνται οι παρακάτω συνθήκες

α) για συνεχείς δοκούς και αμετάθετα πλαίσια

$\delta > 0.70$ (8.2)

β)

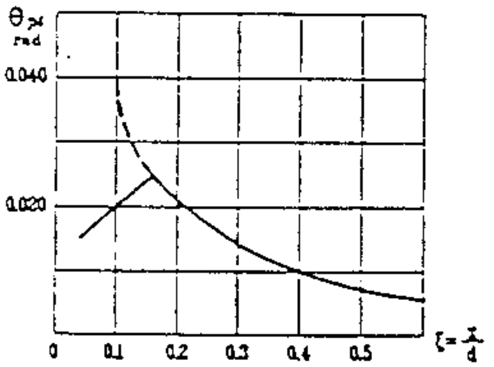
$x/d \leq 0.45$ για ακυρόδεμα C12 έως C35 (8.3α)

$x/d \leq 0.35$ για σκυρόδεμα C40 και άνω (8.3β)

8.3 ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η πλαστική ανάλυση επιτρέπεται να εφαρμόζεται μόνον για τον έλεγχο οριακών καταστάσεων αστοχίας υφισταμένων κατασκευών.

Η πλαστική ανάλυση γίνεται με βάση την θεωρία πλαστικών αρθρώσεων, όπου οι πλαστικές παραμορφώσεις (πλαστικές στροφές), θεωρούνται συγκεντρωμένες σε ορισμένες διατομές του φορέα. Η επιτρεπόμενη τοπική πλαστική στροφή για χάλυβες με ικανοποιητική ολκιμότητα μπορεί να ληφθεί απ'το παρακάτω διάγραμμα, το οποίο δεν λαμβάνει υπόψη την ευμενή επιρροή του εγκάρσιου οπλισμού και ισχύει για διπλές πλαστικές αρθρώσεις στο μέσο δοκών με $l/h \geq 6$.



Σχήμα 8.1
Επιτρεπόμενη πλαστική στροφή

Η ανάλυση είναι δυνατόν να γίνει και με ελαστοπλαστικές μεθόδους. Σε αυτή την περίπτωση για τα διαγράμματα ροπών-καμπυλοτήτων είναι συχνά ικανοποιητική η υιοθέτηση διγραμμικών παραστάσεων που περιγράφουν:

- το στάδιο I: σκυρόδεμα μη ρηγματωμένο, γραμμική-ελαστική συμπεριφορά.
- το στάδιο II: σκυρόδεμα ρηγματωμένο.

Για τα διαγράμματα ροπών-στροφών μπορεί να υιοθετηθεί μια τρι-γραμμική παράσταση που περιγράφει και το στάδιο III της ανάπτυξης πλαστικής στροφής θ_{pl} στην διατομή.

8.4 ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΠΛΑΤΟΣ ΠΛΑΚΟΔΟΚΩΝ

Σε περιπτώσεις διατομών όπου η επιρροή της διάτμησης είναι σημαντική δεν ισχύει ο νόμος της επιπεδότητας των διατομών. Για την απλοποίηση των υπολογισμών εισάγεται το συνεργαζόμενο πλάτος των διατομών και ο νόμος της επιπεδότητας θεωρείται ότι εξακολουθεί να ισχύει. Οι τιμές του συνεργαζόμενου πλάτους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις οριακές καταστάσεις αστοχίας και λειτουργικότητας.

8.5 ΔΥΣΤΡΕΨΙΑ

Σε περίπτωση έλλειψης ακριβέστερων στοιχείων για τον υπολογισμό εντατικών μεγεθών θα χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τιμές, οι οποίες μπορούν να ληφθούν σταθερές για όλο το μήκος κάθε ανοίγματος

$$K_I = 0.30 E_c C/(1+1.0\varphi) \quad (8.4)$$

$$K_{IIm} = 0.10 E_c C/(1+0.3\varphi) \quad (8.5)$$

$$K_{IIt} = 0.05 E_c C/(1+0.3\varphi) \quad (8.6)$$

όπου:

- K_I = δυστρεψία σταδίου I, απουσία ρωγμών.
- K_{IIm} = δυστρεψία σταδίου II, καμπτικές ρωγμές.
- K_{IIt} = δυστρεψία σταδίου II, ρωγμές λόγω στρέψης και τέμνουσας
- C = στρεπτική ροπή αδρανείας στην μη ρηγματωμένη κατάσταση
- φ = συντελεστής ερπυσμού από τον Πίνακα 2.4 για φορτίσεις μακράς διαρκείας.

9. ΠΛΑΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΣΚΟΙ

9.1 ΠΛΑΚΕΣ

9.1.1 Πεδίο Εφαρμογής

Το άρθρο αυτό ισχύει για συμπαγείς πλάκες υποβαλλόμενες σε κάμψη ενδεχομένως δε και σε ορθές αξονικές δυνάμεις που δρουν παράλληλα προς το μέσο επίπεδο της πλάκας και γενικά οφείλονται σε προένταση. Ισχύει επίσης για πλάκες με μη ομοιόμορφο πάχος (π.χ.πλάκες με νευρώσεις, πλάκες με σώματα πλήρωσης, πλάκες μεταβλητού πάχους κ.ά.) υπό την προϋπόθεση ότι η συμπεριφορά τους έναντι των φορτίσεων μπορεί με ικανοποιητική προσέγγιση να εξομοιωθεί με την συμπεριφορά ισοδύναμης πλάκας συμπαγούς διατομής.

9.1.2 Μέθοδοι ανάλυσης

Οι ροπές και οι τέμνουσες δυνάμεις μπορούν να καθορισθούν με μεθόδους που έχουν ως βάση:

α) την ελαστική ανάλυση, και
β) την πλαστική ανάλυση, η οποία μπορεί να χρησιμοποιείται μόνο για μετέλεγχο υφιστάμενης κατασκευής.

9.1.3 Ελαστική ανάλυση

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην θεωρία ελαστικότητας κατά την οποίαν υποτίθεται γραμμική σχέση μεταξύ τάσεων και παραμορφώσεων (νόμος Hooke):

9.1.3.1 Γραμμική ανάλυση

Η γραμμική ανάλυση μπορεί να γίνει με βάση τις ονομαστικές διατομές και με τιμή του λόγου του Poisson μεταξύ 0 και 0.2.

Τα αποτελέσματα της γραμμικής ανάλυσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τους ελέγχους και έναντι οριακών καταστάσεων αστοχίας και έναντι των οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας.

9.1.3.2 Γραμμική ανάλυση με περιορισμένη ανακατανομή

Η γραμμική ανάλυση με περιορισμένη ανακατανομή μπορεί να εφαρμοσθεί για τις ίδιες συνθήκες πλαστιμότητας και ανακατανομής όπως και στους γραμμικούς φορείς.

Στις συνεχείς πλάκες, οι ροπές στήριξης που προκύπτουν απο γραμμική ανάλυση μπορούν να μειωθούν ή να αυξηθούν μέχρι 25%, με την προϋπόθεση ότι θα διορθωθούν και οι αντίστοιχες ροπές των ανοιγμάτων, ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες ισορροπίας.

9.1.4 Πλαστική ανάλυση

Γενικώς η πλαστική ανάλυση (παρ.9.1.2) εφαρμόζεται για τις οριακές καταστάσεις αστοχίας έναντι εξωτερικών φορτίων (άμεσων δράσεων) και μπορεί να γίνει με βάση τις στατικές ή κινηματικές μεθόδους. Για να επιτρέπεται η εφαρμογή της μεθόδου πρέπει να ικανοποιούνται οι παρακάτω συνθήκες:

1) Ο εφελκυόμενος οπλισμός σε κάθε σημείο και προς κάθε κατεύθυνση δεν πρέπει να υπερβαίνει το μισό εκείνου που αντιστοιχεί σε διατομή για την οποία η οριακή κατάσταση αστοχίας σε κάμψη χαρακτηρίζεται από τις παρακάτω παραμορφώσεις (Σχήμα 10.1):

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{yd} \text{ και } \varepsilon_c = -0.0035 \qquad (9.1)$$

2α) Εάν εφαρμόζεται στατική μέθοδος, πρέπει η κατανομή ροπών που εκλέγεται να μη διαφέρει σημαντικά από μια ελαστική κατανομή ροπών· ο λόγος των χρησιμοποιουμένων ροπών στήριξης προς τις τιμές τους, οι οποίες θα προέκυπταν από μια ελαστική ανάλυση πρέπει να κείται μεταξύ:

0.5 και 1.25 για χάλυβες θερμής έλασης
0.75 και 1.25 για χάλυβες ψυχρής κατεργασίας
0.85 και 1.15 για δομικά πλέγματα και τένοντες με συνάφεια.

2β) Εάν εφαρμόζεται κινηματική μέθοδος, πρέπει ο λόγος των ροπών στήριξης προς τις ροπές ανοίγματος να κείται μεταξύ:

0.5 και 2.0 για χάλυβες θερμής έλασης
0.75 και 1.33 για χάλυβες ψυχρής κατεργασίας
0.85 και 1.15 για δομικά πλέγματα και τένοντες με συνάφεια.

9.1.5 Γενικές διατάξεις για την ανάλυση πλακών που στηρίζονται σε δοκούς ή φέροντες τοίχους

Η ανάλυση πλακών που στηρίζονται συνεχώς κατά μήκος της περιμέτρου των σε δοκούς ή φέροντες τοίχους, μπορεί να βασισθεί στην παραδοχή ελεύθερα στρεπτών αλλά ανυποχώρητων στηριγμάτων. Πλάκες που στηρίζονται σε σιδηροδοκούς ή προκατασκευασμένες δοκούς από ωπλισμένο σκυρόδεμα θεωρούνται ως συνεχείς μόνον αν η επάνω επιφάνεια της πλάκας βρίσκεται τουλάχιστον 40mm πάνω από το επάνω πέλμα των δοκών και ο οπλισμός της πλάκας συνεχίζεται πάνω από τη δοκό στο επόμενο άνοιγμα (προς κάλυψη των ροπών στήριξης).

Στις στηρίξεις συνεχών πλακών η ροπή υπολογισμού αναφέρεται στον άξονα της στήριξης για έδραση σε φέροντα τοίχο ή στις παρειές της στήριξης για μονολιθική σύνδεση με το στήριγμα (παρ. 8.4).

9.1.6 Διανομή σημειακών, γραμμικών ή τμηματικώς κατανεμημένων φορτίων σε αμφιέρειστες πλάκες

Εφόσον δεν γίνεται ακριβέστερη ανάλυση, επιτρέπεται για φορτία σημειακά, γραμμικά ή ομοιομόρφως κατανεμημένα σε ορθογωνική επιφάνεια της πλάκας, να καθορίζεται υπολογιστικό πλάτος διανομής του φορτίου b_m εγκαρσίως προς την διεύθυνση του κυρίου οπλισμού σύμφωνα με τον Πιν.9.1. Το πλάτος t της εισαγωγής του φορτίου (στο μέσο επίπεδο της πλάκας) ισούται με την αντίστοιχη διάσταση της επιφάνειας εφαρμογής του φορτίου αυξημένη κατά το διπλάσιο του πάχους της επικάλυψης της πλάκας και κατά το πάχος της πλάκας.

Μετά την αναγωγή του σε ορθογωνική επιφάνεια $t_x \cdot t_y$ στο μέσο επίπεδο της πλάκας, το φορτίο μπορεί να θεωρηθεί ότι αναλαμβάνεται κατά την κύρια διεύθυνση οπλισμού από λωρίδα πλάτους b_m. Μέσα στην λωρίδα αυτή θεωρείται ότι δρά σταθερή ροπή κάμψης m ανά μέτρο πλάτους, καθώς και σταθερή τέμνουσα δύναμη v ανά μέτρο πλάτους.

Τα μεγέθη m και v υπολογίζονται από τους τύπους:

$$m = \frac{M}{b_m} \tag{9.2}$$

$$v = \frac{V}{b_m} \tag{9.3}$$

όπου

m = ροπή ανοίγματος, m_f, ή ροπή στήριξης, m_s (ανά μέτρο πλάτους),

v = τέμνουσα δύναμη στη στήριξη (ανά μέτρο πλάτους),

M = μέγιστη ροπή της πλάκας (ανάλογα με το στατικό σύστημα, από τον Πιν.9.1), η οποία φορτίζεται από το συνολικο φορτίο ομοιομόρφως κατανεμημένο επί μήκους t_x.

V = τέμνουσα δύναμη της πλάκας στη στήριξη.

1	2	3		
Στατικό σύστημα Εντατικά μεγέθη	Υπολογιστικό πλάτος διανομής φορτίου bm	Ορια ισχύος		
	$b_m = t_y + 2{,}5x(1-\frac{x}{l})$	$0<x<l$	$t_y \le 0{,}8l$	$t_x \le l$
	$b_m = t_y + 0{,}5x$	$0<x<l$	$t_y \le 0{,}8l$	$t_x \le l$
	$b_m = t_y + 1{,}5x(1-\frac{x}{l})$	$0<x<l$	$t_y \le 0{,}8l$	$t_x \le l$
	$b_m = t_y + 0{,}5x(2-\frac{x}{l})$	$0<x<l$	$t_y \le 0{,}8l$	$t_x \le l$
	$b_m = t_y + 0{,}3x$	$0{,}2l<x<l$	$t_y \le 0{,}4l$	$t_x \le 0{,}2l$
	$b_m = t_y + 0{,}4(l-x)$	$0<x<0{,}8l$	$t_y \le 0{,}4l$	$t_x \le 0{,}2l$
	$b_m = t_y + x(1-\frac{x}{l})$	$0<x<l$	$t_y \le 0{,}8l$	$t_x \le l$
	$b_m = t_y + 0{,}5x(2-\frac{x}{l})$	$0<x<l$	$t_y \le 0{,}4l$	$t_x \le l$
	$b_m = t_y + 0{,}3x$	$0{,}2l<x<l$	$t_y \le 0{,}4l$	$t_x \le 0{,}2l$
	$b_m = t_y + 1{,}5x$	$0<x<l_k$	$t_y \le 0{,}8l_k$	$t_x < l_k$
	$b_m = t_y + 0{,}3x$	$0{,}2l_k<x<l_k$	$t_y \le 0{,}4l_k$	$t_x \le 0{,}2l_k$

Πίνακας 9.1
Υπολογιστικό πλάτος διανομής φορτίου

Στον Πίνακα 9.1, x είναι η απόσταση του κέντρου βάρους του φορτίου από την στήριξη.

Ο πρόσθετος οπλισμός που προκύπτει από τα παραπάνω εντατικά μεγέθη τοποθετείται στην πλάκα σύμφωνα με την παρ. 18.1.5.1.

9.1.7 Ανάλυση πλακών χωρίς δοκούς (Μυκητοειδείς)

Η ανάλυση πλακών που στηρίζονται απευθείας και μονολιθικώς σε υποστυλώματα, με περίπου ορθογωνική διάταξη σε κάτοψη, μπορεί να γίνει με την μέθοδο των ισοδυνάμων πλαισίων.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κυρίως για κατακόρυφα φορτία.

Στην περίπτωση κατά την οποίαν η μέθοδος εφαρμόζεται και για οριζόντια φορτία, θα λαμβάνεται το πλάτος συνεργασίας δοκού l'_x από την σχέση

$$l'_x = b_o + 2h_s$$

όπου

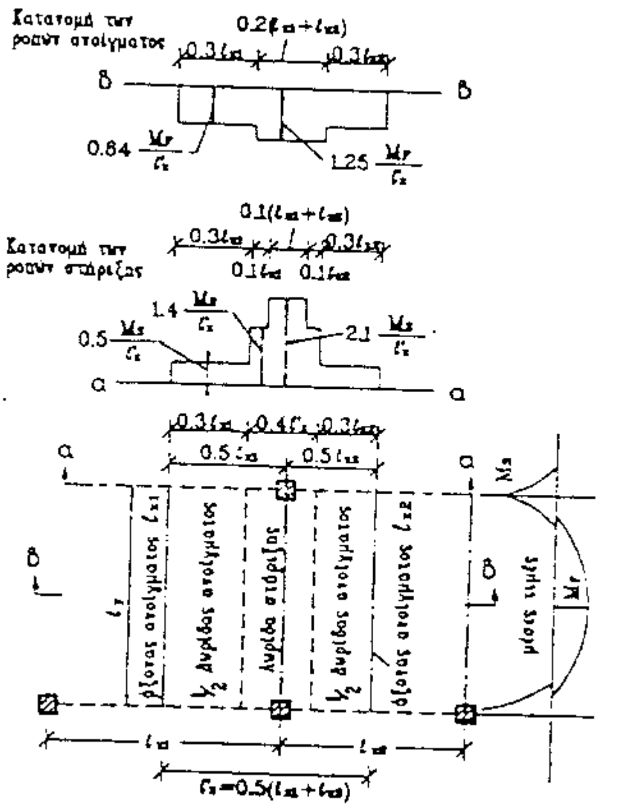
b_o = πλάτος υποστυλώματος στην εξεταζόμενη διεύθυνση και

h_s = πάχος της πλάκας

Σε αυτήν την περίπτωση δεν χρειάζεται κατά την ανάλυση του φορέα περαιτέρω μείωση της δυσκαμψίας λόγω ρηγμάτωσης (βλ.παρ.8.2.1).

9.1.7.1 Κατά πλάτος κατανομή των ροπών ανοίγματος και στήριξης της πλάκας

Για την κατανομή των εντατικών μεγεθών, κάθε φάτνωμα της πλάκας θα πρέπει να χωρίζεται (κατά τις δύο διευθύνσεις) σε μια εσωτερική λωρίδα πλάτους 0.6 l, την 'λωρίδα ανοίγματος', και σε δύο εξωτερικές λωρίδες, 'λωρίδες στήριξης', εκάστη πλάτους 0,2 l (Σχ.9.1).



Σχήμα 9.1
Κατά πλάτος κατανομή των μέσων ροπών κατά y

9.2 ΔΙΣΚΟΙ

9.2.1 Μέθοδοι ανάλυσης

Οι δυνάμεις που ενεργούν στο μέσο επίπεδο ενός δίσκου μπορούν να προσδιορισθούν με βάση:

α) ελαστική ανάλυση

β) πλαστική ανάλυση.

9.2.2 Ελαστική ανάλυση

Η ελαστική ανάλυση βασίζεται σε γραμμική σχέση τάσεων-παραμορφώσεων (νόμος Hooke). Ελαστική ανάλυση μπορεί να γίνει με βάση τις ονομαστικές διατομές και με τιμή του λόγου του Poisson μεταξύ 0 και 0.2.

Τα αποτελέσματα ελαστικής ανάλυσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ελέγχους και έναντι οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας και έναντι οριακών καταστάσεων αστοχίας.

9.2.3 Πλαστική ανάλυση

Η πλαστική ανάλυση μπορεί να βασισθεί μόνον σε στατικές μεθόδους.

Η πλαστική ανάλυση μπορεί καταρχήν να χρησιμοποιηθεί μόνο για έλεγχο οριακών καταστάσεων αστοχίας.

Παρ'όλα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για έλεγχο οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας, εάν οι διαφορές μεταξύ της κατανομής της έντασης που προκύπτει από την πλαστική ανάλυση και της κατανομής της έντασης που προκύπτει από γραμμική ανάλυση είναι αποδεκτές για την υπόψη οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.

10. ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΑΠΟ ΜΕΓΕΘΗ ΟΡΘΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ

10.1 ΓΕΝΙΚΑ

Με τους κανόνες αυτού του Κεφαλαίου προσδιορίζονται οι τιμές σχεδιασμού των μεγεθών αντοχής.

Ο προσδιορισμός μπορεί να γίνεται είτε αναλυτικώς, είτε με βάση διαγράμματα, είτε με βάση πίνακες.

10.2 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Οι κανόνες που ακολουθούν εφαρμόζονται ως έχουν μόνο για γραμμικούς φορείς, όπως καθορίστηκαν στην παρ.7.2.1.1, και για πλάκες και κελύφη των οποίων ο οπλισμός παρουσιάζει αμελητέα απόκλιση απ' τις διευθύνσεις των ροπών σχεδιασμού.

10.3 ΔΙΑΤΟΜΕΣ

Για τα πέλματα των πλακοδοκών που υπόκεινται σε εφελκυσμό ισχύει η παρ.8.4. Επίσης στις περιοχές των στηρίξεων των συνεχών πλακοδοκών μπορούν να ληφθούν υπόψη στους υπολογισμούς της αντοχής μόνον οι εφελκυόμενοι οπλισμοί που περιλαμβάνονται σ'ένα πλάτος πλάκας όπως καθορίζεται από την παρ.18.3.2 (Σχήμα Σ18.13).

10.4 ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΜΕ ΣΥΝΑΦΕΙΑ

10.4.1 Παραδοχές

Ο υπολογισμός της αντοχής βασίζεται στις παρακάτω παραδοχές, οι οποίες συμπληρώνονται με τις παραδοχές των παρ.10.4.2, 10.4.3 και 10.4.4:

α) η διατομή παραμένει επίπεδη και κάθετη στον παραμορφωμένο άξονα του στοιχείου,

β) ο οπλισμός υφίσταται τις ίδιες μεταβολές παραμορφώσεων με το περιβάλλον σκυρόδεμα.

γ) η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος αμελείται

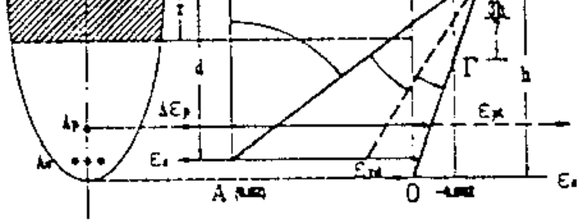
δ) η μέγιστη θλιπτική παραμόρφωση του σκυροδέματος λαμβάνεται ίση με
- 0.0035 σε κάμψη (καθαρή ή με αξονική δύναμη, ορθή ή λοξή)
- 0.002 σε κεντρική θλίψη

ε) η μέγιστη εφελκυστική παραμόρφωση του οπλισμού λαμβάνεται ίση με 0.02.

10.4.2 Κατανομή των παραμορφώσεων

Οι παραδοχές α, δ και ε της παρ.10.4.1 συμπληρώνονται όπως παρακάτω:

Για τον υπολογισμό της αντοχής θεωρείται ότι οι ακραίες παραμορφώσεις διέρχονται από ένα απ'τα τρία σημεία Α, Β ή Γ, τα οποία ορίζονται στο Σχήμα 10.1.

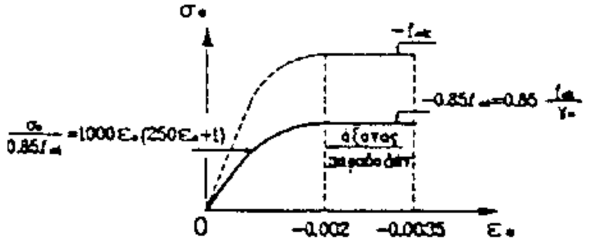


Σχήμα 10.1
Διάγραμμα παραμορφώσεων

10.4.3 Ιδεατά διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων σκυροδέματος

10.4.3.1 Παραβολικό-ορθογωνικό διάγραμμα

Κατά τον υπολογισμό της αντοχής μιας διατομής, χρησιμοποιείται για το σκυρόδεμα το ιδεατό διάγραμμα του Σχήματος 10.2.



Σχήμα 10.2
Παραβολικό-ορθογωνικό διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων σκυροδέματος.

Επιτρέπεται και η χρήση κατάλληλων απλοποιητικών γραμμικοποιημένων διαγραμμάτων τάσεων-παραμορφώσεων σκυροδέματος, ανάλογα με το μελετώμενο αντικείμενο.

10.4.3.2 Ορθογωνικό διάγραμμα

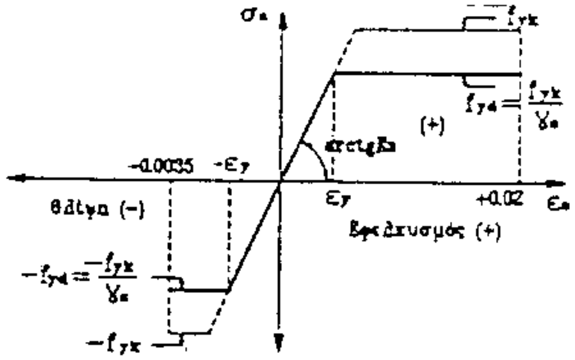
Εάν η διατομή δεν βρίσκεται ολόκληρη υπό θλίψη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια απλοποιημένη ορθογωνική κατανομή των θλιπτικών τάσεων. Η κατανομή αυτή ορίζεται ως εξής (x είναι το ύψος της θλιβόμενης ζώνης της διατομής):

1) σ'ένα μήκος 0,2x απ'την ουδέτερη γραμμή η τάση είναι μηδέν,
2) στο υπόλοιπο ύψος 0,8x η τάση είναι σταθερή και έχει τιμή:
   - 0,85 f_{cd} για θλιβόμενες ζώνες σταθερού πλάτους ή ζώνες των οποίων το πλάτος αυξάνει προς τις ίνες που θλίβονται περισσότερο,
   - 0,80 f_{cd} για θλιβόμενες ζώνες των οποίων το πλάτος μειώνεται προς τις ίνες που θλίβονται περισσότερο.

10.4.4 Διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων χάλυβα

Το διάγραμμα σχεδιασμού ενός συνήθους χάλυβα ή ενός χάλυβα προέντασης, προκύπτει απ'το χαρακτηριστικό τους διάγραμμα μέσω διαιρέσεως του ορίου αναλογίας και των τάσεων των μεγαλυτέρων του ορίου αναλογίας με τον συντελεστή ασφαλείας γ_s.

Το διάγραμμα σχεδιασμού για τους μαλακούς χάλυβες ή τους χάλυβες ψυχρής επεξεργασίας με διέλκυση και/ή εξέλαση δίνεται στο Σχήμα 10.3, όπως προέκυψε απ'το απλοποιημένο διάγραμμα (παρ. 3.16.1).



Σχήμα 10.3
Διάγραμμα σχεδιασμού τάσεων-παραμορφώσεων για τον χάλυβα

10.5 ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΧΩΡΙΣ ΣΥΝΑΦΕΙΑ

Για την χρησιμοποίηση τενόντων χωρίς συνάφεια απαιτείται ειδική έγκριση της Ελεγκτικής Αρχής.

11. ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΑΠΟ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

Το Κεφάλαιο αυτό ισχύει για τους κορμούς των δοκών, για τις πλάκες και για τα στοιχεία υπό θλίψη, των οποίων οι διαμήκεις οπλισμοί έχουν υπολογιστεί σύμφωνα με το Κεφάλαιο 10, και τα οποία υπόκεινται συγχρόνως σε σημαντικές τέμνουσες δυνάμεις.

Επίσης περιλαμβάνει ειδικούς κανόνες για τις συνδέσεις κορμού-πελμάτων των πλακοδοκών και τοιχωμάτων.

Το Κεφάλαιο 11 δεν ισχύει για υψίκορμες δοκούς ή βραχείς προβόλους. Ισχύει όμως για σώματα κόμβων και κορμούς τοιχωμάτων.

11.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΩΡΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

11.1.1 Γενικά

Ο σχεδιασμός χωρίς οπλισμό διάτμησης περιορίζεται μόνον σε στοιχεία που έχουν μικρή σημασία ή σε στοιχεία με ικανότητα κατανομής του φορτίου σε διεύθυνση κάθετη τόσο προς τα φορτία όσο και προς το άνοιγμα, και στα οποία δεν εμφανίζονται σημαντικές ορθές εφελκυστικές δυνάμεις (π.χ. συνήθεις πλάκες).

Για να μην απαιτείται οπλισμός διάτμησης πρέπει σύμφωνα με την εξίσωση (6.1), η επιβαλλόμενη τέμνουσα σχεδιασμού να ικανοποιεί την συνθήκη:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd1} \qquad (11.1)$$

όπου η V_{Rd1} υπολογίζεται σύμφωνα με την παρ. 11.1.2.

Ο παραπάνω έλεγχος δεν είναι γενικά απαραίτη-

τος για διατομές που βρίσκονται μεταξύ της παρειάς μιας άμεσης στήριξης και μέχρι απόσταση d από αυτήν.

11.1.2 Αντοχή σε τέμνουσα

11.1.2.1 Προσδιορισμός της V_{Rd1}

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} k (1.2 - 40\rho_l) - 0.15\sigma_{cp}] b_w d \qquad (11.2)$$

όπου:

- b_w = είναι το πλάτος του στοιχείου.
- τ_{Rd} = τιμή σχεδιασμού διατμητικής τάσης αντοχής έναντι ρηγμάτωσης, σύμφωνα με τον Πιν.11.1
- k = $1.6 - d \nless 1.0$ (d σε μέτρα).
- ρ_l = $\dfrac{A_{sl}}{b_w d} \ngtr 0.02$
- σ_{cp} = N_{Sd}/A_c
- N_{Sd} = Ορθή δύναμη λόγω φόρτισης και προέντασης (θλίψη θετική)
- A_{sl} = διατομή διαμήκους εφελκυόμενου οπλισμού, ο οποίος επεκτείνεται πέραν της διατομής στην οποία υπολογίζεται η V_{Rd1} κατά d-$l_{b,net}$
- d = στατικό ύψος. Στην περίπτωση προεντεταμένων στοιχείων, Για τον προσδιορισμό του d θα λαμβάνεται υπόψη και η θέση των τενόντων στην εξεταζόμενη διατομή.

f_{ck}	12	16	20	25	30	35	40	45	50
τ_{Rd}	0.18	0,22	0.26	0,30	0.34	0.37	0.41	0.44	0,48

Πίνακας 11.1
Τιμές της τ_{Rd} σε MPa

11.1.2.2 Συγκεντρωμένα γραμμικά φορτία στην περιοχή των στηρίξεων

Εάν σε ένα στοιχείο ασκούνται συγκεντρωμένα γραμμικά φορτία σε απόσταση $a_v < 2d$ από τον άξονα της στήριξης, η τιμή του V_{Rd1} που λαμβάνεται από την εξίσωση (11.2) μπορεί να αυξηθεί, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή

$$\beta = \frac{V_{Sd}}{V_{Sd,red}} \ngtr 2 \qquad (11.3)$$

όπου:

$V_{Sd,red}$ = τέμνουσα δύναμη η οποία θα προέκυπτε εάν κάθε φορτίο που ενεργεί σε απόσταση $a_v < 2d$ από τον άξονα της πλησιέστερης στήριξης λαμβανόταν μειωμένο, πολλαπλασιαζόμενο με $a_v/2d$.

Για να ληφθεί ο συντελεστής β υπόψη στους υπολογισμούς θα πρέπει να ικανοποιούνται οι παρακάτω συνθήκες:

α) Το φορτίο και η αντίδραση στήριξης είναι τέτοια ώστε να προκαλούν διαγώνια θλίψη στο στοιχείο (άμεση στήριξη).

β) - Σε ακραία στήριξη: Ο απαιτούμενος εφελκυόμενος οπλισμός στην θέση του φορτίου επεκτείνεται μέχρι την στήριξη και αγκυρώνεται πέρα από την εσωτερική παρειά της (την παρειά που βρίσκεται προς την πλευρά εφαρμογής του συγκεντρωμένου φορτίου)
Σε ενδιάμεση στήριξη: Ο απαιτούμενος εφελκυόμενος οπλισμός στην στήριξη επεκτείνεται και αγκυρώνεται πέρα από την περιοχή εφαρμογής του φορτίου,

γ) Στην εσωτερική παρειά της υπόψη στήριξης το μέγεθος (βV_{Rd1}) δεν πρέπει να υπερβαίνει την οριακή τιμή του V_{Rd2} που δίνεται από την εξίσωση (11.7) ή (11.8) για τα στοιχεία με οπλισμό κορμού.

11.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕ ΟΠΛΙΣΜΟ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

11.2.1 Γενικά

Πρέπει να προβλέπεται ένας ελάχιστος οπλισμός για την ανάληψη τεμνουσών (παρ.18.1.6, 18.3.4). Η κλίση του οπλισμού διάτμησης ως προς τον άξονα του στοιχείου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 45°, με εξαίρεση τον οπλισμό διάτμησης πλακών.

Οι χαρακτηριστικές αντοχές που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον υπολογισμό του οπλισμού έναντι τεμνουσών δεν μπορούν να ληφθούν μεγαλύτερες από:

f_{ywk} = 500MPa για χάλυβες υψηλής συνάφειας.

f_{ywk} = 360MPa για λείες ράβδους.

Για λοξές ράβδους σε δοκούς οι τάσεις περιορίζονται σε $0.7 \cdot f_{yk}/\gamma_s$.

Λοξές ράβδοι όμως θα χρησιμοποιούνται μόνον εφόσον υπάρχουν συγχρόνως και συνδετήρες τοποθετημένοι κατά γωνία 90° ως προς τον διαμήκη άξονα του στοιχείου.

Σε αυτή την περίπτωση ο υπολογισμός θα πρέπει να εξασφαλίζει ότι το ποσοστό της τέμνουσας που αναλαμβάνεται από τους συνδετήρες είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό που αναλαμβάνεται από τις λοξές ράβδους. Στην περίπτωση στοιχείων με απαιτήσεις αντισεισμικότητας το ποσοστό που θα αναλαμβάνεται από συνδετήρες αυξάνεται σε τουλάχιστον 65%.

Για τον υπολογισμό της αντοχής σε τέμνουσα, η

οριακή κατάσταση αστοχίας μπορεί απλοποιητικά να θεωρηθεί ότι χαρακτηρίζεται:

- είτε από διαγώνια θλίψη του σκυροδέματος, η οποία προκαλεί θραύση του κορμού,
- είτε από εφελκυσμό του οπλισμού διάτμησης, ο οποίος φθάνει την αντοχή σχεδιασμού του.

11.2.2 Διαδικασία ελέγχου

α) Ελεγχος περιορισμού θλίψης σκυροδέματος κορμού:

Οι διαστάσεις του κορμού πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να ικανοποιείται η σχέση:

$$V_{Sd} \le V_{Rd2} \quad (11.4)$$

όπου το V_{Rd2} δίνεται από τις σχέσεις (11.7) και (11.8). Η παρειά άμεσης και έμμεσης στήριξης πρέπει απαραιτήτως να ελέγχεται.

β) Ελεγχος οπλισμού έναντι τεμνουσών:

Ο οπλισμός έναντι τεμνουσών θα υπολογίζεται από την συνθήκη:

$$V_{Sd} \le V_{Rd3} \quad (11.5)$$

όπου:

$$V_{Rd3}=V_{wd}+V_{cd} \quad (11.6)$$

Για διατομές οι οποίες βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη από το στατικό ύψος d από την παρειά μιας άμεσης στήριξης, ο έλεγχος της V_{Rd3} δεν είναι απαραίτητος, αλλά ο οπλισμός έναντι τεμνουσών που υπολογίζεται για τη διατομή σε απόσταση d πρέπει να συνεχίζεται μέχρι τη στήριξη.

11.2.3 Υπολογισμός αντοχών

11.2.3.1 Τέμνουσα αντοχής σχεδιασμού λόγω θλίψης κορμού

Για γραμμικά στοιχεία και τοιχώματα

$$V_{Rd2} = 1/2\ v\ f_{cd} b_w\ 0.9d \quad (11.7)$$

όπου :

$$v = 0.7 - \frac{f_{ck}}{200} \nless 0.5 \quad (f_{ck}\ \text{σε}\ N/mm^2)$$

Εάν υπάρχουν ορθές δυνάμεις η τιμή της V_{Rd2} που λαμβάνεται από την εξίσωση (11.7) μειώνεται σε $V_{Rd2,red}$ σύμφωνα με την εξίσωση (11.8)

$$V_{Rd2,red} = 1.67\ V_{Rd2}(1-\sigma_{cp,eff} / f_{cd}) < V_{Rd2} \quad (11.8)$$

όπου :

$\sigma_{cp,eff}$ = $(N_{Sd} - f_{yk} A_{s2}/\gamma_s) / A_c$

και

A_{s2} = η διατομή του οπλισμού στη θλιβομένη ζώνη

f_{yk} = η χαρακτηριστική τιμή του ορίου διαρροής του θλιβομένου οπλισμού ($f_{yk}/\gamma_s \le 400\ N/mm^2$)

Εάν ο κορμός περιέχει ράβδους ή τένοντες διαμέτρου $\Phi > b_w/8$, η αντοχή πρέπει να υπολογίζεται με βάση ένα ονομαστικό πλάτος κορμού:

$$b_{w,nom} = b_w - \frac{1}{2}\Sigma\Phi \quad (11.9)$$

όπου:

ΣΦ = άθροισμα διαμέτρων ράβδων διαμήκους οπλισμού στην δυσμενέστερη στάθμη.

11.2.3.2 Τέμνουσα αντοχής σχεδιασμού λόγω οπλισμού διάτμησης

11.2.3.2α Συνδυασμοί δράσεων που δεν περιλαμβάνουν σεισμό.

Για όλα τα δομικά στοιχεία

$$V_{cd} = V_{Rd1} \quad (11.10)$$

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s}\ 0.9d\ f_{ywd}\ (1 + \cot a)\ \sin a \quad (11.11)$$

όπου:

A_{sw} = διατομή οπλισμού διάτμησης,

s = απόσταση μεταξύ ράβδων οπλισμού διάτμησης

a = γωνία κλίσης οπλισμού διάτμησης.

11.2.3.2β Συνδυασμοί δράσεων που περιλαμβάνουν σεισμό

I. Για $N_{Sd} > -0.1 A_c f_{cd}$ (στοιχεία κυρίως καμπτόμενα)

Ο όρος V_{cd} λαμβάνεται μειωμένος στις εξής περιοχές:

α) Για γραμμικά στοιχεία, στις κρίσιμες περιοχές που ορίζονται στην παρ. 18.3.3 και 18.4.5.

$$V_{cd} = 0.30\ V_{Rd1} \quad (11.12)$$

β) Για τοιχώματα, στην κρίσιμη περιοχή που ορίζεται στην παρ. 18.5.2

$$V_{cd} = 0.25\ V_{Rd1} \quad (11.13)$$

Εκτός των παραπάνω περιοχών, η τιμή του V_{cd} υπολογίζεται για γραμμικά στοιχεία και για τοιχώματα από την εξίσωση (11.10).

Για τον όρο V_{wd} ισχύουν τα ακόλουθα:

1) Στην περίπτωση γραμμικών στοιχείων, η συμβο-

λή του οπλισμού κορμού στην αντοχή σε τέμνουσα εξαρτάται από την τιμή του λόγου ζ όπου το ζ είναι ο λόγος της ελάχιστης προς την μέγιστη τέμνουσα σε μια διατομή ($ζ<-1$):

α) Για $ζ \geq 0$
Η τιμή του V_{wd} υπολογίζεται από την εξ.(11.11)

β) Για $ζ < 0$
Αν $V_{Sd} \leq 3(2-ζ)τ_{Rd}b_{w}d$ (11.14)
η τιμή του V_{wd} υπολογίζεται από την εξ.(11.11).
Αν $V_{Sd} \geq 6(2-ζ)τ_{Rd}b_{w}d$ (11.15)
όλη η τέμνουσα πρέπει να αναληφθεί από δισδιαγώνιο οπλισμό κατά μήκος του κορμού. Δηλαδή, από ράβδους κεκλιμένες κατά δύο διευθύνσεις, οι οποίες εξισορροπούν με τις θλιπτικές και εφελκυστικές συνιστώσες τους τις τέμνουσες με αντίθετο πρόσημο V_{Sd} και $ζV_{Sd}$ που ενεργούν στην διατομή.
Αν η V_{Sd} είναι μεταξύ των τιμών των (11.14) και (11.15), η μισή τέμνουσα πρέπει να παραλαμβάνεται με συνδετήρες και η άλλη μισή με δισδιαγώνιες ράβδους.

2) Στην περίπτωση των τοιχωμάτων ισχύουν τα εξής:

α) Οταν ο λόγος διατμήσεως $a_s(=M_{Sd}/V_{Sd}\, l_w)$ είναι μεγάλος ($a_s \geq 2.0$), ο όρος V_{wd} υπολογίζεται όπως και για τα υποστυλώματα.

β) Οταν ο λόγος διατμήσεως $a_s(=M_{Sd}/V_{Sd}\, l_w)$ είναι μικρός ($a_s \leq 1.3$), ο όρος V_{wd} υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση (εμπειρική):
$V_{wd} = [\rho_h f_{yd,h} (a_s - 0.3) + \rho_v f_{yd,v} (1.3 - a_s)] b_w d_e$
όπου
ρ_h, ρ_v = ποσοστό οπλισμού οριζόντιου και κατακόρυφου οπλισμού κορμού
$f_{yd,h}, f_{yd,v}$ = τιμή σχεδιασμού του ορίου διαρροής του οριζόντιου και κατακόρυφου οπλισμού
d_e = ενεργός μοχλοβραχίονας ($\cong 0.8\, l_w$).
Σε περίπτωση όπου $a_s < 0.3$ θα λαβαίνεται υπόψη $a_s = 0.3$.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να ελέγχεται ότι $\rho_v f_{yd,v} / \rho_h f_{yd,h} \not> 1.0$.

γ) Για ενδιάμεσες τιμές του λόγου a_s ($2.0>a_s>1.3$) πρέπει να διατάσσονται:

γ.1 Οριζόντιος οπλισμός κορμού, ικανός να παραλάβει δύναμη $V_{Sd}-V_{cd}$, δηλ.
$\rho_h f_{yd,h} b_w d_e = V_{Sd} - V_{cd}$

γ.2 Κατακόρυφος οπλισμός κορμού, ικανός να παραλάβει δύναμη $V_{Sd}-V_{cd}-\min N_{Sd}$, δηλ.
$\rho_v f_{yd,v} b_w d_e = V_{Sd} - V_{cd} - \min N_{Sd}$
όπου η N_{Sd} λαβαίνεται με θετικό πρόσημο όταν είναι θλιπτική.

δ) Οι οριζόντιοι οπλισμοί κορμού των τοιχωμάτων πρέπει να είναι πλήρως αγκυρωμένοι στα περισφιγμένα άκρα (παρ. 18.5.3). Αν έχουν τη μορφή επιμήκων κλειστών συνδετήρων λαβαίνονται πλήρως υπόψη στον υπολογισμό της απαιτούμενης περισφίγξεως των άκρων των τοιχωμάτων (παρ. 18.5.3).

ε) Οι κατακόρυφοι οπλισμοί κορμού των τοιχωμάτων πρέπει να αγκυρώνονται κατάλληλα και να ενώνονται με υπερκαλύψεις καθ' ύψος (παρ. 17.7.2). Αν έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά συναφείας με τους οπλισμούς των περισφιγμένων άκρων λαβαίνονται πλήρως υπόψη στον υπολογισμό της ροπής αντοχής των τοιχωμάτων (παρ. 10.4.1).

Ι.Ι. Για $N_{Sd} \leq -0.1A_c f_{cd}$
(στοιχεία υπό κάμψη με θλιπτική δύναμη).

α) Στις κρίσιμες περιοχές γραμμικών στοιχείων και τοιχωμάτων ο όρος V_{cd} ισούται με:

$V_{cd} = 0.9V_{Rd1}$ για γραμμικά στοιχεία (11.16)

$V_{cd} = 0.7V_{Rd1}$ για τοιχώματα (11.17)

β) Εκτός των παραπάνω περιοχών η τιμή του όρου V_{cd} υπολογίζεται για γραμμικά στοιχεία και τοιχώματα σύμφωνα με την εξίσωση (11.10).

γ) Η αντοχή του οπλισμού του κορμού V_{wd} δίνεται από την εξίσωση (11.11) για γραμμικά στοιχεία και από τα διαλαμβανόμενα στην υποπαράγραφο Ι.2 της παρ. 11.2.3.2β για τοιχώματα.

11.2.4 Μήκος μετατόπισης διαγράμματος ροπών κάμψης

Η τιμή του μήκους μετατόπισης a_l του διαγράμματος των ροπών, η οποία πρέπει να ληφθεί υπόψη για την διάταξη των διαμήκων ράβδων του εφελκυόμενου πέλματος (κανόνας μετατόπισης διαγράμματος ροπών), είναι:

$$a_l = \frac{V_{Sd}\, s}{2A_{sw}\, f_{ywd} \sin a} - d\cot a \not< 0.5d \qquad (11.18)$$

11.2.5 Εναλλακτική μέθοδος υπολογισμού αντοχών δοκών έναντι τέμνουσας

Η εναλλακτική αυτή μέθοδος χρησιμοποιείται κατ' αρχήν σε περιπτώσεις συνδυασμού τέμνουσας και στρέψης (βλέπε παρ. 12.2). Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και σε περίπτωση καταπόνησης από τέμνουσες δυνάμεις μόνο, με στόχο την βελτιστοποίηση του σχεδιασμού διά της ελαχιστοποίησης του συνολικού οπλισμού. Η μέθοδος βασίζεται στην εκτίμηση της γωνίας κλίσης θ των θλιβομένων διαγωνίων του σκυροδέματος.

Για τη γωνία θ ισχύουν οι παρακάτω περιορισμοί:

α) Σε περίπτωση δοκών με σταθερό διαμήκη οπλισμό
$0.4 < \cot\theta < 2.5$ (11.19)

β) Σε περίπτωση δοκών με κυμαινόμενο διαμήκη οπλισμό

$$0.5 < \cot\theta < 2.0 \qquad (11.20)$$

Σε στοιχεία με οπλισμό διατμήσεως κάθετο προς τον άξονα του στοιχείου η αντοχή σε διάτμηση ορίζεται ως εξής (λαμβάνοντας υπόψη την συνήθη τιμή 0.9d για το μοχλοβραχίονα z):

$$V_{Rd2} = b_w(0.9d)vf_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta) \qquad (11.21)$$

$$V_{Rd3} = \frac{A_{sw}}{s}(0.9d)\, f_{ywd} \cot\theta \qquad (11.22)$$

και

$$\frac{A_{sw}f_{ywd}}{b_w s} \not> \frac{1}{2} vf_{cd} \qquad (11.23)$$

Σε στοιχεία με κεκλιμένο οπλισμό διατμήσεως, η αντοχή σε διάτμηση ορίζεται ως εξής:

$$V_{Rd2} = b_w(0.9d)vf_{cd} (\cot\theta + \cot a) / (1 + \cot\theta) \qquad (11.24)$$

$$V_{Rd3} = \frac{A_{sw}}{s}(0.9d)\, f_{ywd} (\cot\theta + \cot a) \sin a \qquad (11.25)$$

και

$$\frac{A_{sw}f_{ywd}}{b_w s} \not> \frac{\frac{1}{2} vf_{cd}\sin a}{1-\cos a} \qquad (11.26)$$

Η πρόσθετη εφελκυστική δύναμη την οποία θα πρέπει να παραλάβει ο διαμήκης οπλισμός προσδιορίζεται ως εξής:

$$\Delta F_{tl} = \frac{1}{2}(V_{Sd})(\cot\theta - \cot a) \qquad (11.27)$$

Επισημαίνεται ότι παραλλήλως ισχύουν και οι πρόσθετες προβλέψεις της παρ. 11.2.3.1 για την V_{Rd2}.

Η ανωτέρω εναλλακτική μέθοδος με τα προτεινόμενα όρια τιμών της γωνίας θ δεν συνιστάται στις περιπτώσεις δοκών από προεντεταμένο σκυρόδεμα.

11.3 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΠΕΛΜΑΤΩΝ-ΚΟΡΜΟΥ

11.3.1 Γενικά

Οι συνδέσεις πελμάτων-κορμού πρέπει να ελέγχονται έναντι διαμήκους τέμνουσας δύναμης.

Πρέπει να προβλέπεται ελάχιστος οπλισμός σύμφωνα με την παρ.18.3.6.

Η οριακή κατάσταση αστοχίας διέπεται είτε από την επιρροή της κεκλιμένης θλιπτικής δύναμης του πέλματος (η οποία ασκείται παράλληλα προς το μέσο επίπεδό του), είτε από την επιρροή του εφελκυόμενου εγκάρσιου οπλισμού όταν αυτός φθάσει την αντοχή σχεδιασμού του.

Η δρώσα διαμήκης τέμνουσα δύναμη ανά μονάδα μήκους είναι:

$$v_{Sd} = \frac{\Delta F_{d,max}}{a_v} \qquad (11.28)$$

όπου:

$\Delta F_{d,max}$= μέγιστη τιμή της διαφοράς της διαμήκους δύναμης (εφελκυστικής ή θλιπτικής) η οποία ενεργεί στο τμήμα του πέλματος προς την μια πλευρά του κορμού.

a_v= απόσταση ανάμεσα στα σημεία μηδενικής και μέγιστης ροπής κάμψης.

Η v_{Sd} δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που δίνονται από τις εξισώσεις (11.20) και (11.21).

11.3.2 Αντοχή λόγω λοξής θλίψης

$$v_{Rd2} = 0.2f_{cd}\, h_f \qquad (11.29)$$

11.3.3 Αντοχή λόγω εγκάρσιου οπλισμού

$$v_{Rd3} = \frac{A_{sf}}{s_f} f_{yd} + 2.5\tau_{Rd}\, h_f \qquad (11.30)$$

όπου το τ_{Rd} δίνεται στον Πίνακα 11.1.

Εάν οι διαμήκεις οπλισμοί (ράβδοι ή τένοντες) αγκυρώνονται σε μια προέκταση ενός εφελκυόμενου πέλματος, τότε πρέπει να διατάσσονται πρόσθετοι εγκάρσιοι οπλισμοί.

Εάν στη διατομή όπου M=Mmax η δύναμη στο πέλμα είναι εφελκυστική τότε ο όρος 2.5 $\tau_{Rd}h_f$ στη σχέση (11.21) μηδενίζεται.

11.3.4 Πέλματα υπό εγκάρσια κάμψη

Οι διατομές των οπλισμών κάμψης οι οποίοι διέρχονται από την διεπιφάνεια μεταξύ κορμού και πέλματος μπορούν να ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό του A_{sf}. Εάν οι οπλισμοί αυτοί δεν επαρκούν για την ικανοποίηση της εξίσωσης (11.21) πρέπει να διαταχθούν πρόσθετοι οπλισμοί.

12. ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΑΠΟ ΣΤΡΕΨΗ

Το Κεφάλαιο αυτό ισχύει για γραμμικά στοιχεία υπό στρέψη και τέμνουσα και/ή με ορθή ένταση.

12.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

α) Η στρέψη μπορεί να διακριθεί σε:

- *Αμεση στρέψη*: η στρεπτική ροπή είναι απαραί-

τητες για την ικανοποίηση των συνθηκών ισορροπίας (στρέψη ισορροπίας).

- *Έμμεση στρέψη*: η στρεπτική ροπή οφείλεται αποκλειστικά στην παρεμπόδιση της στροφής που εισάγεται από παρακείμενα στοιχεία (στρέψη συμβιβαστού). Στην περίπτωση αυτή, οι στρεπτικές ροπές δεν είναι απαραίτητες για την ισορροπία και μπορούν να αγνοηθούν στους υπολογισμούς οριακών καταστάσεων αστοχίας.

β) Επίσης η στρέψη μπορεί να διακριθεί σε:

- Στρέψη Saint-Venant: η ισορροπία εξασφαλίζεται με μια κλειστή ροή διατμητικών τάσεων εκ στρέψεως.
- *Στρέψη με στρέβλωση*: λόγω της παρεμπόδισης της διαμήκους παραμορφώσεως, ο φορέας ανθίσταται στις επιβαλλόμενες στρεπτικές ροπές με την ανάπτυξη ορθών και πρόσθετων διατμητικών τάσεων.

12.2 ΣΤΡΕΨΗ SAINT VENANT

12.2.1 Γενικά

Ο υπολογισμός σε στρέψη γίνεται θεωρώντας μία κοίλη λεπτότοιχη κλειστή διατομή. Για τις πλήρεις (συμπαγείς) διατομές θεωρείται μία "ισοδύναμη κοίλη λεπτότοιχη κλειστή διατομή". Η διατομή αυτή ορίζεται ως εξής:

- η εξωτερική περίμετρός της συμπίπτει με αυτήν της πραγματικής διατομής
- έχει ένα ισοδύναμο πάχος τοιχωμάτων $t = max(A/u, 2c)$ (στην περίπτωση κοίλων διατομών, το πάχος t δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το πραγματικό πάχος των τοιχωμάτων του).

όπου :

u είναι η περίμετρος της διατομής

A η ολική επιφάνεια που περικλείεται από την εξωτερική περίμετρο (συμπεριλαμβανομένων και των εσωτερικών κενών στην περίπτωση κοίλων διατομών)

c η επικάλυψη των διαμήκων ράβδων.

Ο οπλισμός στρέψεως αποτελείται από κλειστούς συνδετήρες κάθετους προς τον άξονα της δοκού και από διαμήκεις ράβδους κατανεμημένες περίπου ομοιόμορφα κατά μήκος της περιμέτρου της διατομής. Διαμήκεις ράβδοι πρέπει να υπάρχουν σε όλες τις γωνίες της διατομής, ενώ παράλληλα πρέπει να προβλέπεται ένας ελάχιστος οπλισμός σύμφωνα με την παρ. 18.3.7.

Η οριακή κατάσταση αστοχίας διέπεται:

- είτε από την ροπή στρέψεως T_{Rd1} (βλ. παρ. 12.2.2) και την τέμνουσα V_{Rd2} (βλ. παρ. 11.2.3.1) που αντιστοιχούν στην αστοχία από λοξή θλίψη του σκυροδέματος των τοιχωμάτων της ισοδύναμης διατομής,
- είτε από την ροπή στρέψεως T_{Rd2} (βλ. παρ. 12.2.3.2) που αντιστοιχεί στην αστοχία των συνδετήρων,
- είτε από την ροπή στρέψεως T_{Rd3} (βλ. παρ. 12.2.3.3) που αντιστοιχεί στην αστοχία των διαμήκων οπλισμών.

Η δρώσα ροπή στρέψεως T_{Sd} και η αντίστοιχη δρώσα τέμνουσα δύναμη V_{Sd} πρέπει να ικανοποιούν ταυτοχρόνως τις παρακάτω συνθήκες:

* στις κοίλες διατομές:

$$(T_{Sd}/T_{Rd1}) + V_{Sd}/V_{Rd2}) \leq 1 \qquad (12.1\alpha)$$

* στις άλλες διατομές:

$$(T_{Sd}/T_{Rd1})^2 + (V_{Sd}/V_{Rd2})^2 \leq 1 \qquad (12.1\beta)$$

$$T_{Sd} \leq T_{Rd2} \qquad (12.2)$$

$$T_{Sd} \leq T_{Rd3} \qquad (12.3)$$

Οι παραπάνω έλεγχοι πρέπει να γίνονται στην παρειά μιας άμεσης στήριξης.

Οι υπολογισμοί των αντοχών T_{Rd1}, T_{Rd2} και T_{Rd3} στηρίζονται στο πρότυπο ενός ιδεατού χωροδικτυώματος.

12.2.2 Ροπή αντοχής σχεδιασμού σε στρέψη λόγω θλίψης των τοιχωμάτων

$$T_{Rd1} = 2 \nu f_{cd} t A_k / (\cot\theta + \tan\theta) \qquad (12.4)$$

όπου :

t το πάχος της ισοδύναμης διατομής (βλ. παρ. 12.2.1)

A_k η επιφάνεια που περικλείεται από την πολυγωνική γραμμή που διέρχεται από το μέσον των τοιχωμάτων (κατά την έννοια του πάχους) της ισοδύναμης λεπτότοιχης διατομής (συμπεριλαμβανομένων και των εσωτερικών κενών στην περίπτωση κοίλης διατομής),

ν = $0.7(0.7 - f_{ck}/200) \geq 0.35$ (f_{ck} σε MPa). Η τιμή αυτή ισχύει στην περίπτωση όπου οι συνδετήρες βρίσκονται μόνον στην εξώτερη περίμετρο της ισοδύναμης διατομής. Αν όμως προβλέπονται κλειστοί συνδετήρες και στις δύο παρειές κάθε τοιχώματος της ισοδύναμης κοίλης διατομής ή στα τοιχώματα μιας κιβωτοειδούς διατομής, τότε μπορεί να ληφθεί $\nu = 0.7 - f_{ck}/200 \geq 0.5$.

θ η γωνία των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος με τον διαμήκη άξονα του στοιχείου. Η γωνία θ πρέπει να εκλεγεί έτσι ώστε: $0.4 \leq \cot\theta \leq 2.5$

12.2.3 Ροπή αντοχής σχεδιασμού σε στρέψη λόγω οπλισμού στρέψης

12.2.3.1. Γενικά

Οι οριακές τιμές των χαρακτηριστικών αντοχών για τον χάλυβα οι οποίες δίνονται στην παρ. 11.2.1 ισχύουν επίσης και για τους οπλισμούς στρέψης.

12.2.3.2 Κλειστοί συνδετήρες

Οι υπολογισμοί των συνδετήρων μπορούν να γίνουν χωριστά:

- για στρέψη σύμφωνα με αυτήν την παράγραφο και
- για διάτμηση σύμφωνα με την παράγραφο 11.2.3.2.α με V_{cd}=0.

Οι αντίστοιχες διατομές συνδετήρων προστίθενται.

Η ροπή αντοχής σε στρέψη λόγω συνδετήρων δίνεται από την σχέση:

$$T_{Rd2} = 2A_k\,(f_{ywd}A_{sw}/s)\cot\theta \qquad (12.5)$$

όπου :

A_{sw} το εμβαδόν της διατομής των ράβδων που χρησιμοποιούνται ως συνδετήρες στρέψεως (το εμβαδόν του ενός σκέλους)

s η απόσταση των συνδετήρων (βλ. παρ. 18.3.7).

12.2.3.3. Διαμήκεις οπλισμοί

$$T_{Rd3} = 2A_k(f_{yld}A_{sl}/u)\tan\theta \qquad (12.5)$$

όπου :

A_{sl} το άθροισμα των διατομών των διαμήκων ράβδων για την ανάληψη της στρέψεως. Οι διαμήκεις ράβδοι πρέπει να έχουν κατά το δυνατόν ίσες διατομές και να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες κατά μήκος της περιμέτρου u (βλ. παρ. 18.3.7).

12.2.4. Σύνθετη καταπόνηση από στρέψη με κάμψη και/ή αξονικές δυνάμεις

Ο διαμήκης οπλισμός θα προσδιορισθεί χωριστά για στρέψη, σύμφωνα με την παρ. 12.2.2.3 και χωριστά για ορθή ένταση σύμφωνα με το Κεφάλαιο 10.

- Στην λόγω κάμψης εφελκυόμενη ζώνη, οι οπλισμοί στρέψης προστίθενται στους οπλισμούς έναντι κάμψης και/ή αξονικής δύναμης.
- Στην λόγω κάμψης θλιβόμενη ζώνη οι οπλισμοί μπορούν να ελαττωθούν. Η μείωση αυτή εξαρτάται από το μέγεθος των θλιπτικών τάσεων λόγω κάμψης.

12.3. ΣΤΡΕΨΗ ΜΕ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΖΟΜΕΝΗ ΣΤΡΕΒΛΩΣΗ

Οι τάσεις που προκαλούνται από την παρεμποδιζόμενη στρέβλωση ενδέχεται να είναι σημαντικές και να πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Γενικώς όμως οι τάσεις από παρεμποδιζόμενη στρέβλωση μπορούν να αγνοηθούν στην οριακή κατάσταση αστοχίας.

13. ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΑΠΟ ΔΙΑΤΡΗΣΗ

Το Κεφάλαιο αυτό αφορά κυρίως την διάτρηση πλακών σταθερού πάχους ωπλισμένων έναντι κάμψης σύμφωνα με τα Κεφάλαια 9 και 10. Αφορά επίσης την διάτρηση πεδίλων.

Η ίδια μεθοδολογία ελέγχου σε διάτρηση μπορεί να εφαρμοσθεί και σε πλάκες με ενισχύσεις, καθώς και σε πέδιλα (με κεκλιμένες παρειές), τηρουμένων των οδηγιών των παρ.13.1 και 13.2.

Οι κανόνες που δίνονται στο Κεφάλαιο αυτό συμπληρώνουν τους κανόνες του Κεφαλαίου 11.

13.1 ΓΕΝΙΚΑ

13.1.1 Αρχές

Η διάτρηση μπορεί να προέλθει από φορτίο ή αντίδραση συγκεντρωμένη σε μικρή επιφάνεια των πλακών, η οποία ονομάζεται "φορτιζόμενη επιφάνεια".

Εφόσον για την φορτιζόμενη επιφάνεια ισχύουν:

- για κυκλική διατομή, η διάμετρος δεν υπερβαίνει το 3,5d
- για ορθογωνική διατομή, η περίμετρος της δεν υπερβαίνει το 11d και ο λόγος μήκους προς πλάτος το 2

(d = το μέσο στατικό ύψος της πλάκας)

απαιτείται έλεγχος σε διάτρηση.

Η οριακή κατάσταση χαρακτηρίζεται από τον σχηματισμό ενός κόλουρου κώνου ή μιας κόλουρης πυραμίδας των οποίων η μικρή βάση συμπίπτει με τη φορτιζόμενη επιφάνεια, οι δε γενέτειρες είναι κεκλιμένες ως προς το επίπεδο της πλάκας συνήθως υπό γωνία μεταξύ 30° και 35°. Για στοιχεία θεμελιώσεως αυτή η γωνία είναι περίπου 45°.

Ο έλεγχος σε διάτρηση γίνεται στην "κρίσιμη διατομή" (που ορίζεται στην παρ.13.2). Στην διατομή αυτή, οι δρώσες και οι ανθιστάμενες διατμητικές δυνάμεις ανά μονάδα μήκους πρέπει να ικανοποιούν την συνθήκη:

$$v_{Sd} \leq v_{Rd} \qquad (13.1)$$

Οι τιμές των v_{Sd} και v_{Rd} προσδιορίζονται σύμφωνα με τις παρ.13.3 και 13.4.

Οταν το πάχος της πλάκας ή της πλάκας θεμελίωσης δεν είναι αρκετό ώστε να εξασφαλισθεί η απαραίτητη αντοχή έναντι διάτρησης, μόνο απ'το σκυρόδεμα και απ'τον οπλισμό κάμψης, πρέπει να τοποθετείται οπλισμός διάτρησης σύμφωνα με την παρ.13.4.

13.1.2 Υποστυλώματα με ενίσχυση ή διαπλάτυνση της κεφαλής

Εάν τα l' και h' αντιστοιχούν στην οριζόντια και την κατακόρυφη διάσταση της προεξοχής της διαπλάτυνσης πέραν της περιμέτρου του υποστυλώματος, τότε:

- Οταν l' ≤ 1,5(d+h'), φορτιζόμενη επιφάνεια θεωρείται:
  α) η επιφάνεια της διαπλάτυνσης της κεφαλής του υποστυλώματος, εάν l' ≤ h'.
  β) η επιφάνεια της διαπλάτυνσης της κεφαλής υποστυλώματος που προκύπτει θέτοντας l'=h', εάν l' > h'.
- Οταν l' > 1,5 (d+h') πρέπει να θεωρούνται δύο φορτιζόμενες επιφάνειες (και δύο κρίσιμες διατομές) στον έλεγχο διάτρησης, οι ακόλουθες:
  α) η διατομή του υποστυλώματος
  β) η επιφάνεια της διαπλάτυνσης της κεφαλής.

13.1.3 Πλάκες με νευρώσεις

Η βασική μέθοδος που χρησιμοποιείται για συμπαγείς πλάκες μπορεί να εφαρμοσθεί και στις πλάκες με νευρώσεις (υπό την έννοια της παρ.9.1.1), υπό την προϋπόθεση ότι θα είναι συμπαγείς σ'όλο το ύψος τους σε περιοχή που εκτείνεται τουλάχιστον 3d γύρω από ένα υποστύλωμα.

Ο έλεγχος διάτρησης θα γίνεται στην κρίσιμη διατομή (παρ.13.2), ενώ απαιτείται και ένας έλεγχος σε τέμνουσα στο πέρας της συμπαγούς ζώνης της πλάκας.

13.2 ΚΡΙΣΙΜΗ ΔΙΑΤΟΜΗ

Η κρίσιμη διατομή είναι μια επιφάνεια η οποία ορίζεται ως εξής:

- είναι κάθετη στο μέσο επίπεδο της πλάκας,
- έχει ύψος ίσο με το στατικό ύψος d της πλάκας,
- η περίμετρός της περιβάλλει την φορτιζόμενη επιφάνεια, μερικώς ή ολικώς. Η απόσταση μεταξύ κρίσιμης διατομής και φορτιζόμενης επιφάνειας δεν είναι πουθενά μικρότερη από 1,5d.

Ειδικότερα, αυτή η περίμετρος καθορίζεται παρακάτω για διάφορες περιπτώσεις.

13.2.1 Φορτιζόμενη επιφάνεια μακριά από οπή ή ελεύθερο άκρο της πλάκας

Σε αυτή την περίπτωση, η περίμετρος της κρίσιμης διατομής είναι μια κλειστή γραμμή που περιβάλλει την φορτιζόμενη επιφάνεια κατά τα προαναφερθέντα.

13.2.2 Φορτιζόμενη επιφάνεια κοντά σε οπή της πλάκας

Εάν η μικρότερη απόσταση μεταξύ της παρειάς της οπής και της περιμέτρου της φορτιζόμενης επιφάνειας δεν υπερβαίνει τα 6d ή εάν η οπή βρίσκεται μέσα στην ζώνη στήριξης (προκειμένου περί πλακών χωρίς δοκούς) τότε: δεν λαμβάνεται υπόψη το τμήμα της κρίσιμης διατομής, το οποίο περιλαμβάνεται μεταξύ των δύο εφαπτόμενων που φέρονται από το κέντρο βάρους της φορτιζόμενης επιφάνειας προς την περίμετρό της οπής.

Σημειώνεται όμως ότι εάν η μείωση αυτή της κρίσιμης περιμέτρου είναι σημαντική και εκτρέπει αισθητά το κέντρο βάρους της, τότε η φόρτιση θα πρέπει να αντιμετωπισθεί ως έκκεντρη, σύμφωνα με την παρ.13.3.

13.2.3 Φορτιζόμενη επιφάνεια κοντά σε ελεύθερο άκρο της πλάκας

α) Τα τμήματα της κρίσιμης διατομής (όπως ορίστηκε στην παρ. 13.2.1) τα οποία βρίσκονται κοντά σε ελεύθερο άκρο πλάκας, πρέπει να αντικατασταθούν από τμήματα κάθετα προς τα άκρα, εφόσον το συνολικό μήκος της περιμέτρου που προκύπτει κατ'αυτό τον τρόπο (μη λαμβανομένου υπόψη του μήκους του ελεύθερου άκρου) είναι μικρότερο από το μήκος της περιμέτρου της κρίσιμης διατομής, όπως ορίζεται στην παρ.13.2.1

β) Εάν η ελάχιστη απόσταση μεταξύ της περιμέτρου της φορτιζόμενης επιφάνειας και του ελεύθερου άκρου δεν υπερβαίνει τα 6d, θα θεωρείται ως περίμετρος της κρίσιμης διατομής η δυσμενέστερη (μικρότερη) από τις παρακάτω δύο περιμέτρους

- περίμετρος σύμφωνα με την παρ.α)
- περίμετρος σύμφωνα με την παρ.13.2.1, από την οποία αφαιρείται το τμήμα που περιλαμβάνεται μεταξύ δύο εφαπτομένων της κρίσιμης διατομής κεκλιμένων κατά γωνία 45° ως προς το ελεύθερο άκρο, σε απόσταση 6d.

γ) Κοντά σε γωνία δύο ελεύθερων άκρων, η περίμετρος της κρίσιμης διατομής ορίζεται με βάση τις αρχές των παραπάνω παρ. α και β).

13.3 ΔΡΩΣΑ ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΔΥΝΑΜΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

α) Σε περίπτωση κεντρικού φορτίου ή αντίδρασης:

$$v_{Sd} = V_{Sd}/u \qquad (13.2)$$

όπου:

v_{Sd} = τέμνουσα δύναμη που δρα κατά μήκος της περιμέτρου u για πλάκες, ή κατά μήκος της βάσης του κώνου διάτρησης για πέδιλα, και

u = η περίμετρος της κρίσιμης διατομής σύμφωνα με την παρ.13.2.

β) Σε περίπτωση έκκεντρου φορτίου:

Στην περίπτωση αυτή η τιμή της v_{Sd} που προσδιο-

ρίζεται από την εξίσωση (13.2) πολλαπλασιάζεται επί ένα αυξητικό συντελεστή β ο οποίος λαμβάνει υπόψη την εκκεντρότητα της φόρτισης. Εφ' όσον δεν είναι δυνατή εκκεντρότητα του φορτίου το β=1.0. Στις άλλες περιπτώσεις λαμβάνεται:

Για γωνιακά υποστυλώματα β=1.50

Για περιμετρικά υποστυλώματα β = 1.40

Για εσωτερικό υποστύλωμα β = 1.15.

13.4 ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

13.4.1 Πλάκες ή πέδιλα χωρίς οπλισμό έναντι διάτρησης

Σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει:

$v_{Sd} < v_{Rd1}$

Η τιμή σχεδιασμού της διατμητικής δύναμης αντοχής ανά μονάδα μήκους της κρίσιμης διατομής δίνεται από τη σχέση:

$$v_{Rd1} = \tau_{Rd} k (1.2 + 40 \rho_l) d \qquad (13.3)$$

όπου:

τ_{Rd} λαμβάνεται από τον Πίνακα 11.1

$k = 1.6 - d \nless 1$ (d σε μέτρα)

$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx}\, \rho_{ly}} \ngtr 0.015$

ρ_{lx} και ρ_{ly} = ποσοστά διαμήκους οπλισμού κατά x και y

$$d = \frac{1}{2}(d_x + d_y)$$

d_x και d_y στατικά ύψη κατά x και y

Εάν η περιοχή της κρίσιμης διατομής της πλάκας καταπονείται από ορθές θλιπτικές δυνάμεις (περιλαμβανόμενης και της προέντασης), η τιμή της v_{Rd1} της σχέσης (13.3) μπορεί να αυξηθεί σύμφωνα με την εξίσωση (11.2).

13.4.2 Πλάκες ή πέδιλα με οπλισμό έναντι διάτρησης

13.4.2.1 Ανω όριο αντοχής

Ο οπλισμός διάτρησης αποτελείται είτε από λοξές ράβδους είτε από συνδετήρες (κατακόρυφους ή λοξούς) σε μία ή περισσότερες σειρές.

Πάντως ακόμα και όταν τοποθετείται οπλισμός διάτρησης, η v_{Rd2} δεν μπορεί να υπερβαίνει την τιμή της παρακάτω σχέσης

$$v_{Rd2} = 1.6\, v_{Rd1} \qquad (13.4)$$

13.4.2.2 Υπολογισμός οπλισμού διάτρησης

Γενικά ισχύει:

$v_{Sd} < v_{Rd2}$

$v_{Sd} < v_{Rd3}$

$v_{Rd3} = v_{Rd1} + \Sigma A_{sw} f_{yd} \sin\alpha / u$

Πέραν των ανωτέρω όμως, το ποσοστό του οπλισμού διάτρησης πρέπει να προσδιορίζεται έτσι ώστε η κατακόρυφη συνιστώσα του φορτίου που αναλαμβάνεται ανά μονάδα μήκους από τον οπλισμόν αυτό να είναι τουλάχιστο ίση με:

- 0.75 $v_{Sd,max}$ για εσωτερικά υποστυλώματα,και
- 1.00 $v_{Sd,max}$ για υποστυλώματα κοντά σε ελεύθερα άκρα και γωνίες.

Σε αυτόν τον υπολογισμόν η αντοχή σχεδιασμού του χάλυβα θα λαμβάνεται ίση με τη μικρότερη από τις δύο τιμές f_{yd} και 300 MPa.

Τέλος, ενδείκνυται να γίνεται έλεγχος έναντι διάτρησης και εκτός της ζώνης οπλισμού διάτρησης. Γι' αυτό τον έλεγχο, η πλάκα θεωρείται χωρίς ειδικό οπλισμό έναντι διατρησης.

14. ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΑΠΟ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ (ΛΥΓΙΣΜΟΣ)

14.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η εξασφάλιση της αντοχής και της ευστάθειας των κατασκευών επιβάλλει την εξέταση της επιρροής των παραμορφώσεων στην εντατική κατάσταση (θεωρία 2ας τάξεως). Η φέρουσα ικανότητα ευλύγιστων κατασκευών ή ευλύγιστων μελών υπό θλίψη ενδέχεται να μειωθεί σημαντικά λόγω των φαινομένων 2ας τάξεως.

Η επιρροή των φαινομένων 2ας τάξεως θα αγνοείται εάν η σχετική αύξηση των καμπτικών ροπών 1ης τάξεως λόγω των παραμορφώσεων δεν είναι μεγαλύτερη του 10% (δηλ. Ροπές 2ας τάξεως ≤ 10% Ροπών 1ης τάξεως).

Η εφαρμογή του Κεφαλαίου αυτού περιορίζεται σε μέλη από ωπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα υπό τη δράση αξονικού θλιπτικού φορτίου, με ή χωρίς κάμψη, όπου οι επιρροές της στρέψης αγνοούνται.

14.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο έλεγχος έναντι φαινομένων 2ας τάξεως πρέπει να εξασφαλίζει ότι, για τους πιο δυσμενείς συνδυασμούς των δράσεων στην οριακή κατάσταση αστοχίας, αφενός δεν θα υπάρξει υπέρβαση της αντοχής μεμονωμένων διατομών υπό τη δράση κάμψεως και αξονικής θλιπτικής δύναμης και αφετέρου δεν θα υπάρξει απώλεια ευστάθειας (τοπική ή στο σύνολο της κατασκευής).

Ο έλεγχος θα γίνεται προς κάθε διεύθυνση στην οποία ενδέχεται να υπάρξει αστοχία λόγω των φαινομένων 2ας τάξεως.

Ο ακριβής έλεγχος των φαινομένων 2ας τάξεως απαιτεί ανάλυση της κατασκευής με στατική 2ας τάξεως και εν συνεχεία αφενός έλεγχο έναντι μεγεθών ορθής εντάσεως των κρίσιμων διατομών των μελών και αφετέρου έλεγχο ευστάθειας των θλιβόμενων μελών της κατασκευής. Η ανάλυση αυτή είναι όμως δυσχερής λόγω της γεωμετρικής μη-γραμμικότητας και της μη- γραμμικότητας των καταστατικών νόμων των υλικών (σκυροδέματος και χάλυβα). Για το λόγο αυτό επιτρέπεται ο έλεγχος μεμονωμένων υποστυλωμάτων και πλαισίων να γίνεται με προσεγγιστικές μεθόδους, λεπτομέρειες των οποίων δίνονται στις επόμενες παραγράφους του Κεφαλαίου αυτού.

Η προσεγγιστική μεθοδολογία ελέγχου μεμονωμένων υποστυλωμάτων έναντι φαινομένων 2ας τάξεως συνοψίζεται στα εξής:

- Προσδιορισμός του εάν το υποστύλωμα είναι ευλύγιστο ή μη. Μόνο τα ευλύγιστα υποστυλώματα χρειάζεται να ελεγχθούν έναντι των φαινομένων 2ας τάξεως.
- Επιλογή μεθοδολογίας ελέγχου των ευλύγιστων υποστυλωμάτων. Για μεσαίες τιμές της λυγηρότητας επιτρέπεται η χρήση προσεγγιστικών μεθόδων ελέγχου, ενώ για μεγάλες τιμές της λυγηρότητας επιβάλλεται η χρήση ακριβών μεθόδων.

Η προσεγγιστική μεθοδολογία ελέγχου πλαισίων έναντι φαινομένων 2ας τάξεως συνοψίζεται στα εξής:

- Προσδιορισμός του εάν το πλαίσιο είναι αμετάθετο ή μεταθετό. Ο σχεδιασμός κτιρίων με μεταθετά πλαίσια δέον να αποφεύγεται για λόγους αντισεισμικής συμπεριφοράς.
- Τα αμετάθετα πλαίσια επιτρέπονται να αναλύονται με στατική 1ης τάξεως, δηλ. αγνοώντας τα φαινόμενα 2ας τάξεως στην ανάλυση, αλλά εν συνεχεία επιβάλλεται κάθε υποστύλωμα να ελέγχεται μεμονωμένα, με τα εντατικά μεγέθη που προέκυψαν από την ανάλυση, έναντι των φαινομένων 2ας τάξεως.

14.3 ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

14.3.1 Ελεγχος λυγηρότητας

Η λυγηρότητα λ ισούται με

$$\lambda = l_o/i \qquad (14.1)$$

όπου:

l_o = ισοδύναμο μήκος, το οποίο υπολογίζεται με βάση τη θεωρία ελαστικότητας

i = ακτίνα αδρανείας του υποστυλώματος κατά την εξεταζόμενη διεύθυνση

$$= \sqrt{I_c / A_c} \qquad (14.2)$$

Ενα μεμονωμένο υποστύλωμα θεωρείται ευλύγιστο εάν ικανοποιείται η ακόλουθη συνθήκη:

$$\lambda > \max\left(25, \frac{15}{\sqrt{\nu_d}}\right) \qquad (14.3)$$

όπου

ν_d ανηγμένη αξονική δύναμη σχεδιασμού

$$\nu_d = \frac{N_{Sd}}{A_c f_{cd}} \qquad (14.4)$$

Η μέγιστη επιτρεπόμενη λυγηρότητα είναι λ_{max}=200.

14.3.2 Μέθοδοι υπολογισμού και απαλλαγές από τον έλεγχο

α) Μέθοδοι υπολογισμού

Δίνονται τρία κριτήρια λυγηρότητας για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου υπολογισμού έναντι φαινομένων 2ας τάξεως:

$\lambda \le \max\left(25, \frac{15}{\sqrt{\nu_d}}\right)$	Το υποστύλωμα δεν θεωρείται ευλύγιστο και δεν απαιτείται έλεγχος έναντι φαινομένων 2ας τάξεως.
$\max\left(25, \frac{15}{\sqrt{\nu_d}}\right) < \lambda \le \frac{75}{\sqrt{\nu_d}}$	Το υποστύλωμα θεωρείται ευλύγιστο και ο έλεγχος έναντι φαινομένων 2ας τάξεως μπορεί να γίνει με απλοποιητικές μεθόδους, όπως η μέθοδος του προτύπου υποστυλώματος (παρ. 14.3.8) ή με άλλη απλοποιητική μέθοδο που δίνει συντηρητικά αποτελέσματα.
$\lambda > \frac{75}{\sqrt{\nu_d}}$	Το υποστύλωμα θεωρείται πολύ ευλύγιστο και ο έλεγχος έναντι φαινομένων 2ας τάξεως πρέπει να γίνει με ακριβείς μεθόδους (παρ. 14.3.7).

Κατά τον έλεγχο μεμονωμένων υποστυλωμάτων που ανήκουν σε αμετάθετα πλαίσια (παρ. 14.4.1) πρέπει επιπρόσθετα στα παραπάνω να ληφθεί υπόψη και το κριτήριο που δίνεται στην παρ. 14.4.3 για την περίπτωση ευλύγιστων υποστυλωμάτων.

β) Ερπυσμός

Η επιρροή του ερπυσμού μπορεί να παραλειφθεί εάν ικανοποιείται μια από τις παρακάτω συνθήκες:

$$e_o/h \ge 2.0 \qquad (14.5)$$

$N_{g,k} \leq 0.2 N_{g+q,k}$ (14.6)

$\lambda \leq 70$ (14.7)

όπου

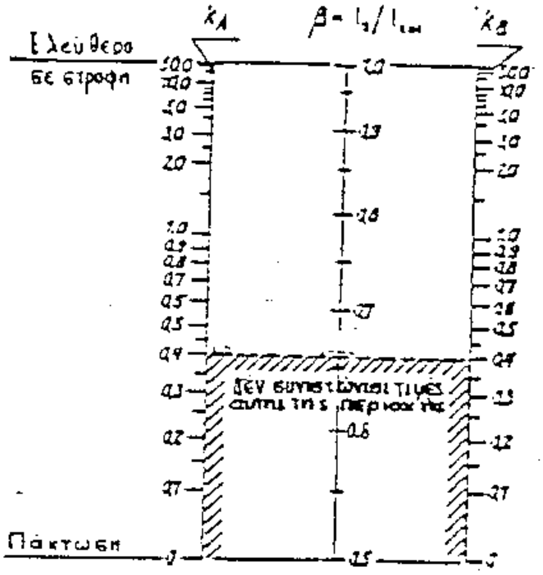
e_o εκκεντρότητα 1ης τάξεως = M_{Sd}/N_{Sd}

$N_{g,k}$ χαρακτηριστική τιμή της αξονικής δύναμης λόγω μακροχρόνιων δράσεων (οι οποίες προκαλούν ερπυσμό)

$N_{g+q,k}$ χαρακτηριστική τιμή της αξονικής δύναμης λόγω του συνόλου των δράσεων.

14.3.3 Ισοδύναμο μήκος

Για κτίρια, το ισοδύναμο μήκος ενός υποστυλώματος $l_o = \beta l_{col}$ μπορεί να προσδιοριστεί με βάση το Νομογράφημα του Σχήματος 14.1 που δίνεται παρακάτω, όπου οι συντελεστές K_A και K_B συμβολίζουν τις δυσκαμψίες πακτώσεως στα άκρα του υποστυλώματος:



Σχήμα 14.1
Νομογράφημα για τον υπολογισμό του ισοδύναμου μήκους υποστυλωμάτων σε αμετάθετα πλαίσια

$$K_A \text{ (ή } K_B) = \frac{\Sigma(E_{cm} I_{col} / l_{col})}{\Sigma(E_{cm}\, \eta I_b / l_b)} \qquad (14.8)$$

όπου

E_{cm} μέτρο ελαστικότητας του σκυροδέματος (παρ. 2.5.2)

I_{col}, I_b ροπή αδρανείας (της πλήρους διατομής) του υποστυλώματος ή της δοκού αντιστοίχως

l_{col} ύψος του υποστυλώματος μεταξύ των κέντρων των δεσμεύσεων στα άκρα

l_b μήκος δοκού, μετρούμενο μεταξύ των κέντρων των πακτώσεων

η συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τις συνθήκες πακτώσεως της δοκού στο απέναντι της άκρο

η = 1.0 για απέναντι άκρο ελαστικά ή πλήρως πακτωμένο

η = 0.5 για απέναντι άκρο ελευθέρως στρεπτό

η = 0 για δοκό πρόβολο.

Τιμές του K_A ή K_B μικρότερες του 0.4 δεν συνιστώνται να χρησιμοποιούνται.

14.3.4 Πρόσθετη εκκεντρότητα

Για την κάλυψη ατελειών και αβεβαιοτήτων που δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μια πρόσθετη εκκεντρότητα, e_a, του σημείου εφαρμογής της συνισταμένης των εξωτερικών αξονικών δυνάμεων, κατά την περισσότερο δυσμενή διεύθυνση, που δίνεται από τη σχέση:

$$e_a = a \frac{l_o}{2} \qquad (14.9)$$

όπου

a απόκλιση του υποστυλώματος από την κατακόρυφο

$$a = \frac{1}{100\sqrt{h_{tot}}} \text{ rad } \nless \frac{1}{200} \qquad (14.10)$$

όταν τα φαινόμενα 2ας τάξης είναι αμελητέα

$$\nless \frac{1}{400}$$

όταν τα φαινόμενα 2ας τάξης δεν είναι αμελητέα

h_{tot} είναι το ύψος του κτιρίου.

14.3.5 Εκκεντρότητες υπολογισμού

Η ολική εκκεντρότητα που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό υποστυλώματος σταθερής διατομής (σκυροδέματος και οπλισμού, αγνοώντας τις παραθέσεις) στην πλέον εντεινόμενη διατομή (κρίσιμη διατομή) είναι:

$$e_{tot} = e_o + e_a + e_2 \qquad (14.11)$$

όπου

e_o = εκκεντρότητα 1ης τάξεως = M_{Sd1}/N_{Sd}

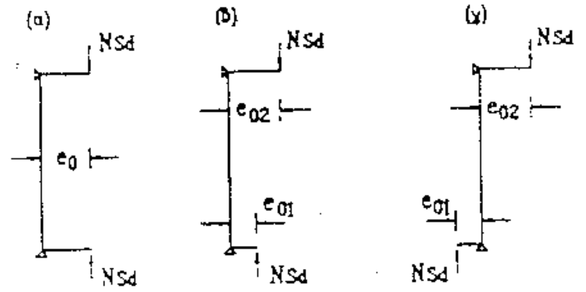
M_{Sd1} = δρώσα ροπή σχεδιασμού 1ης τάξεως

N_{Sd} = δρώσα αξονική δύναμη σχεδιασμού

e_a = πρόσθετη εκκεντρότητα σύμφωνα με την εξίσωση (14.9)

e_2 = εκκεντρότητα 2ας τάξεως, χρησιμοποιώντας τις προσεγγιστικές μεθόδους της παρ. 14.3.8, συμπεριλαμβάνοντας και την επιρροή του ερπυσμού.

Υπολογιστικό προσομοίωμα για τον υπολογισμό της εκκεντρότητας δίνεται στο Σχήμα 14.2, όπου οι εκκεντρότητες 1ης τάξεως e_{o1} και e_{o2} στα δύο άκρα λαμβάνονται υπόψη με τα πρόσημά τους.



Σχήμα 14.2
Εκκεντρότητες στα άκρα υποστυλώματος

α) ίσες $e_o = e_{o1} = e_{o2}$

β) άνισες $e_o = \max\{(0.6e_{o2}+0.4e_{o1}),\ 0.4e_{o2}\}$

γ) άνισες και ετερόσημες με $|e_{o2}| \geq |e_{o1}|$

14.3.6 Επιρροή του ερπυσμού

Η επιρροή του ερπυσμού πρέπει εν γένει να λαμβάνεται υπόψη εάν οδηγεί σε σημαντική αύξηση των φαινομένων 2ας τάξεως. Δεν απαιτείται να ληφθεί υπόψη όταν ισχύουν οι συνθήκες της παρ.14.3.2β.

Για την αντιμετώπιση της επιρροής του ερπυσμού επιτρέπεται η χρήση προσεγγιστικών μεθόδων.

Οι ερπυστικές παραμορφώσεις που λαμβάνονται υπόψη, προκαλούνται από τις μακροχρόνιες δράσεις αυξημένες με τον επιμέρους συντελεστή ασφαλείας του ερπυσμού, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 1.20.

14.3.7 Ακριβής μέθοδος υπολογισμού

Ο υπολογισμός των εντατικών μεγεθών γίνεται με την θεωρία 2ας τάξεως και σύμφωνα με τις παρακάτω γενικές αρχές:

α) Τα διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων του σκυροδέματος και του οπλισμού λαμβάνονται σύμφωνα με τις παρ.10.4.3.1 και 10.4.4 και το μέτρο ελαστικότητας από τον Πίνακα 2.2. Δεν επιτρέπεται εν γένει να λαμβάνεται υπόψη η συνεργασία του σκυροδέματος σε εφελκυσμό στην ρηγματωμένη διατομή.

β) Εκτός από τις εκκεντρότητες πρώτης τάξεως, λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό οι πρόσθετες εκκεντρότητες λόγω γεωμετρικών ατελειών (παρ. 14.3.4) και ερπυσμού (παρ.14.3.6). Εκκεντρότητες λόγω θερμοκρασιακών επιρροών και συστολής ξήρανσης δεν λαμβάνονται γενικώς υπόψη.

14.3.8 Μέθοδος προτύπου υποστυλώματος

Ορια ισχύος

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται μόνον όταν $\lambda \leq 140$ ή $\lambda \leq \frac{75}{\sqrt{\nu_d}}$, και σε ορθογωνικές ή κυκλικές διατομές στις οποίες η εκκεντρότητα 1ης τάξεως ικανοποιεί τη συνθήκη $e_o \geq 0.1h$ (h=ύψος της διατομής στο επίπεδο υπό έλεγχο).

Ορισμός

"Πρότυπο" υποστύλωμα είναι ένας στύλος που:

- είναι πακτωμένος στη βάση και ελεύθερος στην κορυφή,
- κάμπτεται με απλή καμπυλότητα λόγω φορτίων (αξονικών ή συγκεντρωμένων/κατανεμημένα οριζόντιων) ή/και ροπής στην κορυφή,
- έχει πρακτικώς σταθερές διαστάσεις διατομής και οπλισμούς καθ' ύψος
- το μέγιστο βέλος e_2 (εκκεντρότητα 2ας τάξεως) και η καμπυλότητα, 1/r, στη βάση του υποστυλώματος μπορούν να θεωρηθούν ότι συνδέονται μέσω της προσεγγιστικής σχέσης

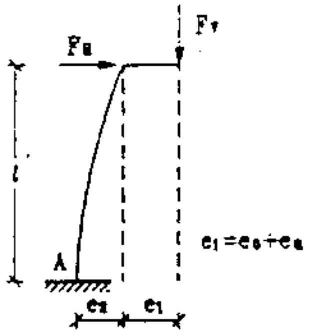
$$e_2 = K_1 \frac{l_o^2}{10} \frac{1}{r} \qquad (14.12)$$

όπου

l_o = ισοδύναμο μήκος = 2l

$K_1 = \lambda/20 - 0.75$ για $15 \leq \lambda \leq 35$

$K_1 = 1$ για $35 < \lambda$.



Σχήμα 14.3
Πρότυπο υποστύλωμα

Εφαρμογές της μεθόδου

Ξεκινώντας από τα διαγράμματα ροπών αντοχής M_{Rd} - καμπυλοτήτων 1/r στην κρίσιμη διατομή, για διάφορες τιμές της δρώσας αξονικής δύναμης N_{Sd} είναι δυνατόν να δοθεί σε μορφή πινάκων η διαθέσιμη ροπής αντοχής μετά την αφαίρεση των επιρροών 2ας τάξεως.

Σε περιπτώσεις όπου δεν χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια, η καμπυλότητα 1/r στην εξίσωση (14.12) μπορεί να υπολογιστεί απλοποιητικά από τη σχέση

$$\frac{1}{r} = \frac{2K_2\,\varepsilon_{yd}}{0.9d} \qquad (14.13)$$

όπου

ε_{yd} παραμόρφωση σχεδιασμού στο όριο διαρροής του οπλισμού = f_{yd}/E_s

d στατικό ύψος της διατομής κατά την ελεγχόμενη διεύθυνση

$$K_2 = \frac{N_{Rd} - N_{Sd}}{N_{Rd} - N_{bal}} \quad (14.14)$$

όπου

N_{Rd} αξονικό φορτίο αντοχής σχεδιασμού $= 0.85\, f_{cd}A_c + f_{yd}A_s$

N_{Sd} δρον αξονικό φορτίο σχεδιασμού

N_{bal} φορτίο, το οποίο όταν ασκείται στη διατομή μεγιστοποιείται η ροπή αντοχής. Για συμμετρικά οπλισμένες διατομές, μπορεί να ληφθεί προσεγγιστικά ίσο με $0.4 f_{cd}A_c$

Θα είναι πάντα συντηρητική η παραδοχή του $K_2=1$.

14.3.9 Διαξονική Κάμψη

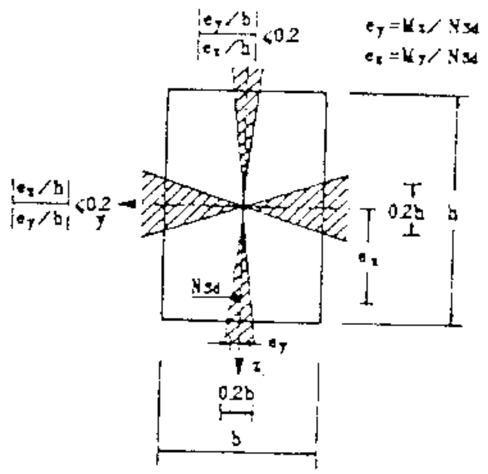
Ο έλεγχος υποστυλωμάτων υπό διαξονική κάμψη με αξονική θλιπτική δύναμη έναντι φαινομένων 2ας τάξεως πρέπει εν γένει να γίνει με κατάλληλες ακριβείς μεθόδους.

Σε υποστυλώματα ορθογωνικής διατομής, επιτρέπονται χάριν απλοποιήσεως να γίνουν χωριστοί έλεγχοι έναντι φαινομένων 2ας τάξεως στα δύο κύρια επίπεδα y και z (δηλ. δύο έλεγχοι μονοαξονικής κάμψεως και θλιπτικής δύναμης) υπό την προϋπόθεση ότι οι λόγοι των αντίστοιχων εκκεντροτήτων e_y/b και e_z/h ικανοποιούν μία από τις παρακάτω συνθήκες:

$$(e_z/h) \,/\, (e_y/b) \leq 0.2 \quad (14.15)$$

$$(e_y/b) \,/\, (e_z/h) \leq 0.2 \quad (14.16)$$

Οι εκκεντρότητες e_y και e_z είναι οι εκκεντρότητες 1ης τάξεως στην κατεύθυνση των διαστάσεων b και h της διατομής αντιστοίχως. Οι γεωμετρικές ατέλειες της παρ. 14.3.4 θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στα επίπεδα των δύο χωριστών ελέγχων.



Σχήμα 14.4
Παραδοχή για χωριστούς ελέγχους στα δύο κύρια επίπεδα

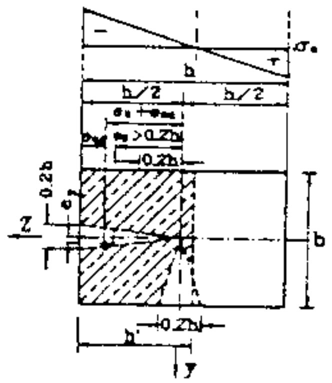
Εάν $e_z > 0.2h$, στους παραπάνω χωριστούς ελέγχους πρέπει ο έλεγχος για κάμψη περί τον δευτερεύοντα άξονα της διατομής (z στο παρακάτω σχήμα) να βασίζεται στο μειωμένο πλάτος h' όπως δίνεται στο σχήμα 14.5. Η τιμή του h' μπορεί να προσδιοριστεί με την παραδοχή της γραμμικής κατανομής των τάσεων, δηλ. από τη σχέση:

$$N_{Sd}/A_c - N_{Sd}\,(e_z + e_{az}) \,/\, W_c = 0 \quad (14.17)$$

όπου:

W_c ροπή αντιστάσεως

e_{az} πρόσθετη εκκεντρότητα λόγω γεωμετρικών ατελειών (παρ. 14.3.4) στη διεύθυνση z.



Σχήμα 14.5
Χωριστός έλεγχος περί τον δευτερεύοντα άξονα όταν $e_z > 0.2h$

Εάν δεν ικανοποιείται μία από τις συνθήκες (14.15) ή (14.16), τότε απαιτείται ακριβής ανάλυση.

14.4 ΠΛΑΙΣΙΑ

Υπάρχουν δύο κατηγορίες πλαισίων: τα μεταθετά και τα αμετάθετα. Αμετάθετα είναι τα πλαίσια των οποίων οι κόμβοι παρουσιάζουν μηδενικές ή πολύ μικρές μετατοπίσεις υπό τις δράσεις σχεδιασμού, σε αντίθεση με τα μεταθετά των οποίων οι κόμβοι παρουσιάζουν σημαντικές οριζόντιες μετατοπίσεις.

Πιο συγκεκριμένα αμετάθετα είναι τα πλαίσια στα οποία η σχετική αύξηση των καμπτικών ροπών λόγω των παραμορφώσεων δεν είναι μεγαλύτερη από 10% (δηλ. ροπές 2ας τάξεως ≤10% ροπών 1ης τάξεως). Θεωρείται ότι ο έλεγχος αυτός εξασφαλίζεται μέσω των πρακτικών κριτηρίων αμεταθετότητας που δίνονται στην παρ. 14.4.1.

Για λόγους αντισεισμικής συμπεριφοράς δεν συνίσταται εν γένει ο σχεδιασμός μεταθετών πλαισίων.

14.4.1 Ορισμός αμεταθετότητας πλαισίων

Τα πλαίσια μπορούν να θεωρηθούν ως αμετάθετα όταν ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις της παρ. α που ακολουθεί:

α) Εάν σε κάθε όροφο ικανοποιείται η σχέση

$$\theta = \frac{F_{dv}\delta}{F_{dh}h} \leq 0.10 \qquad (14.18)$$

όπου:

θ συντελεστής ευστάθειας.

F_{dv} συνολικό κατακόρυφο φορτίο πάνω από τον εξεταζόμενο όροφο στην οριακή κατάσταση αστοχίας.

δ διαφορά βελών στον υπόψη όροφο λόγω των οριζοντίων φορτίων (σχετικό βέλος ορόφου). Εάν οι παραμορφώσεις δ υπολογισθούν με ακαμψίες σταδίου Ι το όριο στην εξ. (14.18) πρέπει να λαμβάνεται ίσο με 0.06 (αντί 0.10).

F_{dh} συνολική οριζόντια δύναμη που ενεργεί πάνω από τον υπόψη όροφο στην οριακή κατάσταση αστοχίας

h ύψος ορόφου.

Για οριζόντια φορτία λόγω σεισμικών δράσεων το σχετικό βέλος ορόφων δ ισούται με αυτό που υπολογίζεται από την ανάλυση για τα φορτία του κατάλληλου συνδυασμού της παρ. 6.4.1 πολλαπλασιασμένο με τον δείκτη συμπεριφοράς.

β) Το κριτήριο της παραπάνω παρ. α ικανοποιείται συνήθως εάν τα κατακόρυφα στοιχεία ακαμψίας είναι επαρκώς συμμετρικά κατανεμημένα μέσα στο κτίριο και ικανοποιείται μία από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$h_{tot}\sqrt{F_v / E_{cm}I} \leq 0.2 + 0.1\,n \quad \text{για} \quad n \leq 3 \qquad (14.19)$$

$$h_{tot}\sqrt{F_v / E_{cm}I} \leq 0.6 \quad \text{για} \quad n \geq 4 \qquad (14.20)$$

όπου:

n = αριθμός ορόφων

h_{tot} ολικό ύψος κατασκευής μετρούμενο από την υποτιθέμενη πάκτωση (δηλ. στάθμη εδάφους ή στάθμη οροφής πρακτικά απαραμόρφωτων υπογείων.

$E_{cm}I$ συνολική ακαμψία σταδίου Ι των κατακόρυφων στοιχείων (π.χ. τοιχώματα ή υποστυλώματα μη διακοπτόμενα καθ' ύψος) που εξασφαλίζουν το αμετάθετο των κόμβων κατά την υπόψη διεύθυνση (βλέπε παρ. 2.5.2 για το E_{cm}). Τα κατακόρυφα αυτά στοιχεία πρέπει να έχουν σταθερή διατομή σε όλο το ύψος του κτιρίου, διαφορετικά θα υπολογίζεται μία ισοδύναμη ακαμψία. Η ακαμψία των υποστυλωμάτων λαμβάνεται υπόψη εάν στη δεδομένη διεύθυνση σε όλους τους ορόφους συντρέχουν σε κόμβους με δοκούς, ώστε να είναι δυνατός ο σχηματισμός πλαισίου.

F_v άθροισμα όλων των κατακόρυφων φορτίων λειτουργίας (G_k+Q_k).

14.4.2 Πρόσθετη κλίση

Για κάλυψη διαφόρων επιρροών που λαμβάνονται προσεγγιστικά υπόψη στον υπολογισμό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μια πρόσθετη κλίση "α" όλων των κατακορύφων στοιχείων (υποστυλώματα, τοιχεία κ.λ.π.) ως προς την κατακόρυφο με τιμή

$$a = \frac{1}{100\sqrt{h_{tot}}}\,\text{rad} \nless \frac{1}{200} \qquad (14.21)$$

όταν τα φαινόμενα 2ας τάξης είναι αμελητέα

$$a = \frac{1}{100\sqrt{h_{tot}}}\,\text{rad} \nless \frac{1}{400}$$

όταν τα φαινόμενα 2ας τάξης δεν είναι αμελητέα

Επιπρόσθετα επιτρέπεται για την περίπτωση κτιρίων με υποστυλώματα, που σε όλους τους ορόφους συντρέχουν σε κόμβους με δοκούς, ώστε να είναι δυνατός ο σχηματισμός πλαισίου στη δεδομένη διεύθυνση, να πολλαπλασιάζεται η παραπάνω τιμή του α επί τον μειωτικό συντελεστή $\sqrt{(1+1/n)/2}$

όπου

n ο αριθμός των στηλών υποστυλωμάτων.

14.4.3 Υπολογισμός αμεταθέτων πλαισίων

Ο ακριβής έλεγχος των φαινομένων 2ας τάξεως σε κτίρια απαιτεί ανάλυση του πλαισίου με στατική 2ας τάξεως και εν συνεχεία αφενός έλεγχο έναντι μεγεθών ορθής εντάσεως των κρίσιμων διατομών των μελών και αφετέρου έλεγχο ευστάθειας των θλιβόμενων μελών της κατασκευής. Επιτρέπεται όμως ο υπολογισμός αμετάθετων πλαισίων να γίνει απλοποιητικά σε δύο στάδια:

α) Κατ' αρχήν γίνεται ανάλυση του πλαισίου με την θεωρία της 1ης τάξεως λαμβάνοντας υπόψη τις πρόσθετες κλίσεις της παρ. 14.4.2 και

β) Κατόπιν γίνεται έλεγχος κάθε υποστυλώματος έναντι φαινομένων 2ας τάξεως, θεωρώντας κάθε υποστύλωμα ως μεμονωμένο, σύμφωνα με την παρ. 14.3. Στους ελέγχους αυτούς όσα μεμονωμένα υποστυλώματα έχουν λυγηρότητα μικρότερη ή ίση από την τιμή που δίνεται στην εξίσωση (14.22), και δεν φέρουν εγκάρσια φορτία μεταξύ των άκρων τους, δεν χρειάζεται να ελεγχθούν για φαινόμενα 2ας τάξεως ακόμη και εάν το υποστύλωμα είναι ευλύγιστο κατά τις παρ. 14.3.1 και 14.3.2.

$$\lambda_{crit} = 25(2 - e_{01}/e_{02}) \qquad (14.22)$$

όπου

οι εκκεντρότητες e_{01} και e_{02} του αξονικού φορτίου στα δύο άκρα του μέλους ορίζονται στο Σχήμα 14.2 (με αλγεβρικά πρόσημα και $|e_{02}| \geq |e_{01}|$).

Στην περίπτωση αυτή, τα άκρα του υποστυλώματος θα πρέπει να σχεδιαστούν για τουλάχιστον τις συνθήκες που δίνονται από τις εξισώσεις (14.23) και (14.24).

$N_{Rd} = N_{Sd}$ (14.23)

$M_{Rd} = N_{Sd}\, h/20$ (14.24)

όπου

N_{Rd} τιμή σχεδιασμού της αξονικής δύναμης αντοχής σε θλίψη

M_{Rd} τιμή σχεδιασμού της ροπής αντοχής.

15. ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗ

15.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Ο έλεγχος της οριακής κατάστασης λειτουργικότητας από ρηγμάτωση γίνεται για να ικανοποιηθούν οι παρακάτω απαιτήσεις:

α) Η λειτουργία της κατασκευής δεν πρέπει να εμποδίζεται λόγω σχηματισμού ρωγμών.

β) Η ανθεκτικότητα σε διάρκεια της κατασκευής πρέπει να εξασφαλίζεται.

γ) Η εμφάνιση της κατασκευής δεν πρέπει να επηρεάζεται δυσμενώς.

δ) Η πλαστιμότητα των δομικών στοιχείων δεν πρέπει να επηρεάζεται δυσμενώς.

15.2 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ο περιορισμός της εγκάρσιας ρηγμάτωσης (καθέτως προς τις ράβδους του οπλισμού), ώστε να ικανοποιούνται οι γενικές απαιτήσεις της παρ.15.1, επιτυγχάνεται όταν ικανοποιούνται ταυτόχρονα τα παρακάτω κριτήρια α) και β)

α) Με έλεγχο (περιορισμό) του ανοίγματος ρωγμών, για στοιχεία από ωπλισμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με την παρ.15.3, είτε με έλεγχο των τάσεων σκυροδέματος για στοιχεία από προεντεταμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με την παρ. 15.4.

β) Με τοποθέτηση ελάχιστου οπλισμού σύμφωνα με την παρ.15.5.

Ο περιορισμός της διαμήκους ρηγμάτωσης (παραλλήλως προς τις ράβδους του οπλισμού) ώστε να ικανοποιούνται οι γενικές απαιτήσεις της παρ.15.1, επιτυγχάνεται

α) με κατάλληλη εκλογή της επικάλυψης σκυροδέματος ώστε να εξασφαλισθεί η πλήρης ανάπτυξη της συνάφειας χωρίς να συμβεί διαμήκης ρηγμάτωση (βλ. παρ.5.1) και

β) με περιορισμό των εφελκυστικών τάσεων του σκυροδέματος (βλ.παρ.15.4).

15.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΡΩΓΜΩΝ

Ο έλεγχος του περιορισμού του ανοίγματος ρωγμών γίνεται είτε απλοποιητικά, σύμφωνα με την παρ.15.3.1, η οποία καλύπτει τις συνήθεις περιπτώσεις είτε αναλυτικά για τις ειδικές περιπτώσεις.

15.3.1 Ελεγχος

Ο απλοποιητικος έλεγχος συνίσταται στον περιορισμό συναρτήσει των τάσεων του οπλισμού, είτε της διαμέτρου των οπλισμών, σύμφωνα με την παρ. 15.3.1.1, είτε των αποστάσεων μεταξύ των ράβδων του οπλισμού, σύμφωνα με την παρ. 15.3.1.2.

Οι τιμές των τάσεων του οπλισμού σ_s υπολογίζονται σε στάδιο II για τους βραχυχρόνιους συνδυασμούς δράσεων [εξ. (6.13)] και δεν επιτρέπεται να λαμβάνονται μεγαλύτερες του f_{yk}.

15.3.1.1 Μέγιστες διάμετροι ράβδοι οπλισμού

Η απαίτηση περιορισμού της ρηγμάτωσης σύμφωνα με την παρ. 15.1 θεωρείται ότι ικανοποιείται, εάν οι διάμετροι των ράβδων του οπλισμού δεν υπερβαίνουν τις τιμές του Πίνακα 15.1. Για δέσμες ράβδων οι τιμές του Πίνακα 15.1, εφαρμόζονται για την ισοδύναμη διάμετρο Φ_n.

Τάση χάλυβα σ_s(MPa)	160	200	240	280	350	400	450
Κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος 1, 2	36	36	28	25	16	10	6
Κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος 3, 4	28	20	16	12	8	5	3

Για λείες ράβδους οι τιμές των διαμέτρων διαιρούνται διά 2.

Ενδιάμεσες τιμές προσδιορίζονται με γραμμική παρεμβολή.

Για πάχη δομικών στοιχείων h > 300mm επιτρέπεται αύξηση των μεγίστων διαμέτρων κατά h(mm)/300.

ΠΙΝΑΚΑΣ 15.1

Μέγιστες διάμετροι ράβδων υψηλής συνάφειας σε (mm) για περιορισμό της ρηγμάτωσης.

15.3.1.2 Μέγιστες αποστάσεις ράβδων οπλισμού

Η απαίτηση περιορισμού της ρηγμάτωσης σύμφωνα με την παρ. 15.1 θεωρείται ότι ικανοποιείται εάν οι αποστάσεις των ράβδων από νευροχάλυβα δεν υπερβαίνουν τις τιμές του Πίνακα 15.2.

Οι τιμές αυτές ισχύουν για τις ράβδους που βρίσκονται στις εφελκυόμενες περιοχές δομικών στοι-

χείων τα οποία καταπονούνται από κάμψη ή έκκεντρη θλίψη.

Για δομικά στοιχεία καταπονούμενα από καθαρό εφελκυσμό, οι τιμές του Πίνακα 15.2 πρέπει να διαιρεθούν διά 2.

Για στοιχεία καταπονούμενα σε έκκεντρο εφελκυσμό γίνεται γραμμική παρεμβολή.

Τάση χάλυβα σ_s(MPa)	160	200	240	280	350
Κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος 1 ή 2	•	•	250	200	150
Κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος 3 ή 4	250	200	150	100	70

• Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να χρησιμοποιηθεί ο Πίνακας 15.1
Για λείες ράβδους οι τιμές των αποστάσεων διαιρούνται διά 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 15.2

Μέγιστες αποστάσεις ράβδων υψηλής συνάφειας σε (mm) για περιορισμό της ρηγμάτωσης.

15.4 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Κατά την διάρκεια κατασκευής ή λειτουργίας του έργου, οι τάσεις στο σκυρόδεμα για βραχυχρόνιους συνδυασμούς δράσεων λαμβανομένης υπόψη και της προέντασης σύμφωνα με την εξ.(6.13), πρέπει να περιορίζονται ως ακολούθως:

α) Εφελκυστικές τάσεις
Για πλήρη προένταση δεν επιτρέπεται να αναπτύσσονται εφελκυστικές τάσεις σε καμμία ίνα της προθλιβόμενης εφελκυόμενης ζώνης του σκυροδέματος.
Για περιορισμένη προένταση δεν επιτρέπεται οι εφελκυστικές τάσεις σε καμμιά ίνα της προθλιβόμενης εφελκυόμενης ζώνης να ξεπερνούν την εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος (Πίνακας 2.1).

β) Θλιπτικές τάσεις
Οι θλιπτικές τάσεις δεν επιτρέπεται σε καμμιά ίνα του στοιχείου να ξεπερνούν την τιμή $0{,}6f_{ck}$.

γ) Κύριες τάσεις
Σε προεντεταμένα στοιχεία, οι κύριες τάσεις σ_I (εφελκυστική) και σ_{II} (θλιπτική) πρέπει να ικανοποιούν την σχέση:

$$\frac{\sigma_I}{f_{ct}} + \frac{\sigma_{II}}{0{,}6 f_{ck}} \leq 1$$

15.5 ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗΣ

Σε περιοχές δομικών στοιχείων στις οποίες είναι δυνατόν να αναπτυχθούν εφελκυστικές τάσεις λόγω παρεμποδιζομένων παραμορφώσεων (λόγω συστολής ξήρανσης, θερμοκρασίας, καθιζήσεων κλπ), πρέπει να τοποθετείται ένας ελάχιστος οπλισμός με υψηλή συνάφεια, ώστε η τάση του οπλισμού κατά την ενδεχόμενη ρηγμάτωση να παραμείνει μικρότερη από την τάση διαρροής. Η συνολική διατομή A_s αυτού του οπλισμού καθορίζεται από την σχέση:

$$A_s = k\, f_{ctk} \frac{A_{ct}}{\sigma_s} \qquad (15.5)$$

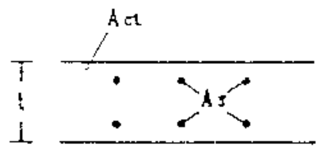
όπου:

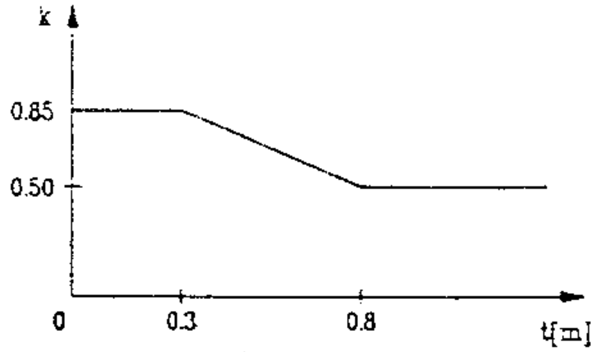
A_{ct} = εφελκυόμενη ζώνη σκυροδέματος σταδίου I

f_{ctk} = χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος $f_{ctk0,95}$ σύμφωνα με τον Πίνακα 2.1

σ_s = τάση οπλισμού σταδίου II η οποία προσδιορίζεται συναρτήσει της εκλεχθείσης διαμέτρου από τον Πίνακα 15.1

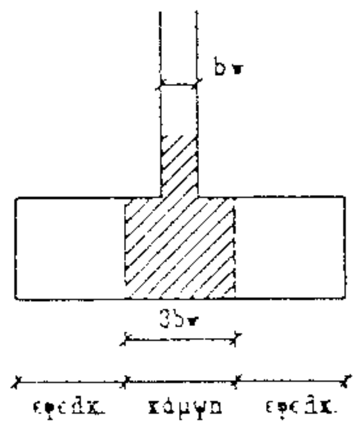
k = συντελεστής συναρτήσει της εντατικής κατάστασης του στοιχείου:
για κάμψη k=0,5
για καθαρό εφελκυσμό οι τιμές του k δίνονται συναρτήσει του πάχους του στοιχείου t από το Σχήμα 15.1

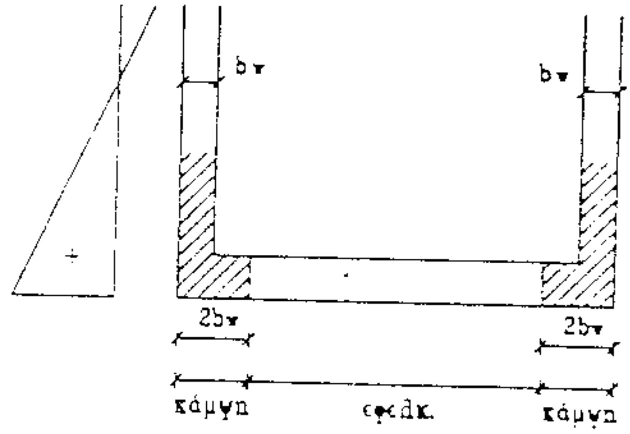




Σχήμα 15.1.
Τιμές του k για καθαρό εφελκυσμό.

Για εφελκυόμενα πέλματα πλακοδοκών, σε πλάτος b_w εκατέρωθεν του κορμού, λαμβάνεται k=0,5 (Σχ.15.2).





Σχήμα 15.2
Τιμές του k για εφελκυόμενα πέλματα

Ο οπλισμός αυτός συνιστάται να κατανέμεται καθ' ύψος ανάλογα με τη μορφή του διαγράμματος των εφελκυστικών τάσεων.

Οι τένοντες προεντάσεως επιτρέπεται να προσμετρώνται στον ελάχιστο οπλισμό ρηγματώσεως στο εσωτερικό τετραγώνου πλευράς 300 mm με κέντρο τον τένοντα, υπό την προϋπόθεση ότι λαμβάνονται καταλλήλως υπόψη οι διαφορετικές συνθήκες συναφείας των τενόντων και του οπλισμού. Αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία, η προϋπόθεση αυτή θεωρείται ότι ικανοποιείται λαμβάνοντας υπόψη τη μισή επιφάνεια των τενόντων.

15.6 ΕΠΙΔΕΡΜΙΚΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι απαραίτητη η διάταξη πρόσθετου ειδικού επιδερμικού οπλισμού προς έλεγχο της ρηγματώσεως ή και της απολεπίσεως της επικαλύψεως.

Ο επιδερμικός οπλισμός πρέπει να αποτελείται από ειδικά λεπτά πλέγματα ή λεπτές ράβδους υψηλής συναφείας, και να παρουσιάζει κατάλληλη ανθεκτικότητα.

Το απαιτούμενο εμβαδόν $A_{s,surf}$ επιδερμικού οπλισμού παραλλήλως προς τον κυρίως εφελκυόμενο οπλισμού του δομικού στοιχείου είναι μεγαλύτερο από 0.01 $A_{ct,ext}$ όπου $A_{ct,ext}$ είναι το εμβαδό της εφελκυομένης επικαλύψεως σκυροδέματος.

16. ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

16.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΑΝΤΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ

Ο μελετητής πρέπει να εξετάσει αν απαιτούνται ειδικοί έλεγχοι των παραμορφώσεων σε κατάσταση λειτουργίας, ώστε:

- να εξασφαλισθεί η χρήση για την οποία προβλέπεται το έργο.
- να αποφευχθούν οι βλάβες.
- να προβλεφθούν στη φάση της κατασκευής αρνητικά βέλη (υπερυψώσεις).

Σε ορισμένες περιπτώσεις ο μελετητής πρέπει σε συμφωνία με τον κύριο του έργου, να καθορίσει παραδεκτές οριακές τιμές παραμορφώσεων.

Εφόσον δεν ορίζονται αυστηρότερα κριτήρια, τα υπολογιζόμενα βέλη κάμψης οριζόντιων δομικών στοιχείων για τα συνήθη οικοδομικά έργα πρέπει να μην υπερβαίνουν τις τιμές του Πίνακα 16.1.

Κριτήριο	Φόρτιση	Συνδυασμός	Όριο
Εμφάνιση - Χρηστικότητα	Ολική	Βραχυχρόνιος	l / 250
Βλάβη διαχωριστικών	Μετά την τοποθέτηση των διαχωριστικών	Μακροχρόνιος	l / 500

Πίνακας 16.1
Μέγιστες τιμές των βελών κάμψης οριζόντιων δομικών στοιχείων οικοδομικών έργων από σκυρόδεμα.

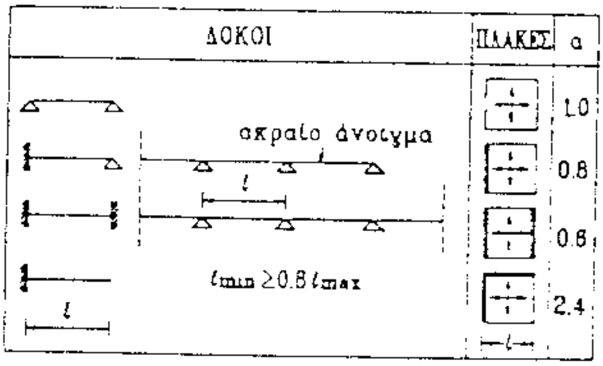
16.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΑΛΛΑΓΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΩΝ ΒΕΛΩΝ ΚΑΜΨΗΣ

Ο έλεγχος των βελών κάμψης δεν είναι απαραίτητος στις παρακάτω περιπτώσεις:

- αμφιέρειστες ή τετραέρειστες πλάκες με λόγο αl/d μικρότερο ή ίσο με 30.
- δοκοί με λόγο αl/h μικρότερο ή ίσο με 20.

δοκοί και πλάκες που φέρουν ευαίσθητα διαχωριστικά, με λόγο $(\alpha l)^2/h$ μικρότερο ή ίσο με 150 (l και h σε μέτρα), εκτός αν λαμβάνονται κατάλληλα κατασκευστικά μέτρα οπότε μπορούν να εφαρμοσθούν τα προηγούμενα όρια πλακών και δοκών.

Για τις συνηθισμένες περιπτώσεις εφαρμογής με σταθερό ύψος κατασκευής, ο συντελεστής α μπορεί να λαμβάνεται από τον Πίνακα 16.2.



Πίνακας 16.2

Τιμές του α (λόγου μεταξύ ιδεατού μήκους και θεωρητικού ανοίγματος)

16.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΒΕΛΩΝ ΚΑΜΨΗΣ

16.3.1 Βασικές αρχές υπολογισμού βελών κάμψης

Τα βέλη που προέρχονται από ροπές κάμψης προκύπτουν από διπλή ολοκλήρωση της καμπυλότητας 1/r κατά μήκος του στοιχείου. Η ολική καμπυλότητα σε χρόνο t είναι το άθροισμα της καμπυλότητας λόγω στιγμιαίων φορτίων και των καμπυλοτήτων λόγω ερπυσμού και συστολής ξήρανσης, δηλαδή:

$$(1/r)_t = (1/r)_a + (1/r)_{cc} + (1/r)_{cs} \qquad (16.1)$$

όπου γενικά, ανάλογα με το υπόψη τμήμα του φορέα, κάθε ένας από τους όρους του δεύτερου μέρους της εξίσωσης σχετίζεται με το στάδιο I, με το στάδιο II με σταθεροποιημένες ρωγμές ή με κάποιο ενδιάμεσο στάδιο.

16.3.1.1 Υπολογισμός των βελών κάμψης λόγω καμπτικών ροπών και αξονικών δυνάμεων

Τα βέλη κάμψης προκύπτουν γενικά από τη διπλή ολοκλήρωση της καμπυλότητας $(1/r)_t$ κατά μήκος του στοιχείου.

Σε περίπτωση μη ρηγματωμένης διατομής (στάδιο I) ο υπολογισμός γίνεται με τις μεθόδους της ελαστικότητας.

Για στοιχεία από προεντεταμένο σκυρόδεμα που συνήθως βρίσκονται στο στάδιο I, το βέλος που προκύπτει από τις μεθόδους της ελαστικότητας θα πρέπει να διορθώνεται κατάλληλα, ώστε να λαμβάνεται υπόψη η επιρροή από τη συστολή ξήρανσης, τη χαλάρωση και τον ερπυσμό.

Στην περίπτωση ρηγματωμένης διατομής (στάδιο II) για τα συνηθισμένα οικοδομικά έργα, ο υπολογισμός των βελών κάμψης λόγω καμπτικών ροπών και αξονικών δυνάμεων μπορεί να γίνει με την βοήθεια καταλλήλων προσεγγιστικών υπολογισμών.

17. ΚΑΝΟΝΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΟΠΛΙΣΗΣ

17.1 ΠΕΔΙΟ ΟΡΙΣΜΟΥ

Οι Κανόνες του παρόντος Κεφαλαίου ισχύουν για κατασκευές ωπλισμένου και προεντεταμένου σκυροδέματος ακόμα και σε περιοχές με σεισμό.

Οι παρ.17.2 έως και παρ.17.9 ισχύουν για χάλυβες ωπλισμένου σκυροδέματος.

Η παρ.17.10 ισχύει για τους τένοντες προέντασης.

Οι παρ.17.8, 17.11 και 17.12 ισχύουν για χάλυβες ωπλισμένου και προεντεταμένου σκυροδέματος.

Γενικά η χρήση συγκολλητών δομικών πλεγμάτων, ως κυρίως οπλισμών δεν επιτρέπεται στις κρίσιμες περιοχές δομικών στοιχείων με απαιτήσεις αντισεισμικότητας.

17.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ

17.2.1 Προτιμώμενες ονομαστικές διάμετροι

Πρέπει να καταβάλλεται προσπάθεια τυποποίησης των χρησιμοποιούμενων διαμέτρων.

17.2.2 Ταυτόχρονη χρησιμοποίηση διαφόρων ειδών χαλύβων

Η ταυτόχρονη χρησιμοποίηση διαφόρων ειδών χαλύβων επιτρέπεται μόνο αν αυτό λαμβάνεται υπόψη κατά την διαστασιολόγηση και εφόσον αποκλείεται κάθε σύγχυση κατά την κατασκευή.

17.2.3 Κάμψεις οπλισμών

17.2.3.1 Επιτρεπόμενες διάμετροι καμπύλωσης

Η επιτρεπόμενη ελάχιστη διάμετρος D καμπύλωσης αγκίστρων ημικυκλικών ή ορθογωνικών, αναβολέων κλπ. δίνεται από τον Πίνακα 17.1

		S220	S400, S500
1	Διάμετρος ράβδου Φ (mm)	Αγκιστρα ημικυκλικά, ορθογωνικά, αναβολείς	Αγκιστρα ορθογωνικά
2	< 20	2,5Φ	4 Φ
3	20 μεγαλ 25	5 Φ	7 Φ
4	Επικάλυψη σκυροδέματος κάθετη στην επιφάνεια καμπυλότητας	Κάμψεις και άλλες καμπυλότητες ράβδων (π.χ. σε γωνίες πλαισίων)*	
5	> 50 mm και > 3Φ	10 Φ	15Φ **
6	≤ 50 mm ή ≤ 3 Φ	15 Φ	20 Φ

*) Αν κάμπτονται στην ίδια θέση ράβδοι περισσότερων στρώσεων, τότε πρέπει οι τιμές των σειρών 5 και 6 για ράβδους εσωτερικών στρώσεων να αυξάνονται με τον συντελεστή 1,5.

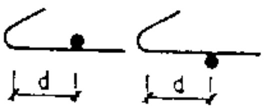
**) Η διάμετρος καμπύλωσης μπορεί να μειωθεί σε D=10Φ αν η επικάλυψη σκυροδέματος καθέτως προς της επιφάνεια καμπυλότητας και η απόσταση των αξόνων των ράβδων είναι τουλάχιστον 100 mm και 7Φ αντιστοίχως.

Πίνακας 17.1

Ελάχιστη διάμετρος D καμπύλωσης

17.2.3.2 Κάμψεις σε συγκολλητούς οπλισμούς

Για συγκολλητούς οπλισμούς και συγκολλητά δομικά πλέγματα που κάμπτονται μετά την συγκόλληση ισχύουν οι τιμές του Πίνακα 17.2

Συγκολλήσεις εκτός καμπύλου τμήματος	Συγκολλήσεις εντός καμπύλου τμήματος
	
d < 4 Ø : 20 Ø d ≥ 4 Ø : Ισχύουν οι τιμές του Πίν. 17.1	20 Ø

Πίνακας 17.2
Ελάχιστη διάμετρος D καμπύλωσης για συγκολλητούς οπλισμούς

17.3 ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Πρέπει οπωσδήποτε να τηρούνται οι διατάξεις των παρ.5.1 και 17.5 που αφορούν την ελάχιστη ονομαστική επικάλυψη.

17.4 ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ

Η καθαρή απόσταση παραλλήλων οπλισμών εκτός των περιοχών ενώσεων πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με:

- τη μεγαλύτερη διάμετρο των ράβδων,
- 20 mm.

Οταν οι ράβδοι τοποθετούνται σε περισσότερες από μια σειρές, τότε πρέπει να τοποθετούνται η μία επάνω ή πίσω από την άλλη. Εξαίρεση των καθαρών αυτών αποστάσεων γίνεται στις ράβδους με υπερκάλυψη στην περιοχή της ενώσεως όπου μπορεί η μια να εφάπτεται της άλλης.

17.5 ΟΡΙΑΚΗ ΤΑΣΗ ΣΥΝΑΦΕΙΑΣ

Η ποιότητα της συνάφειας εξαρτάται από την διάσταση του δομικού στοιχείου και από την θέση και κλίση του οπλισμού.

Για να μεταβιβάζονται ασφαλώς οι δυνάμεις συναφείας πρέπει η επικάλυψη των οπλισμών να είναι μεγαλύτερη από 2Ø ή $2Ø_n$ (ή Ø-5mm και $Ø_n$-5mm για $d_{αδρ}$>32 mm) όπου

Ø : διάμετρος ράβδου

$Ø_n$: ισοδύναμη διάμετρος δέσμης ράβδων.

Οι τάσεις συνάφειας θεωρούνται σταθερές κατά μήκος των ράβδων. Ο προσδιορισμός των μηκών αγκυρώσεων και των επικαλύψεων βασίζεται στην οριακή τιμή της f_{bd}.

Διακρίνονται δύο περιοχές συναφείας

Περιοχή συναφείας I: όπου οι συνθήκες συναφείας θεωρούνται ευνοϊκές.

Περιοχή συναφείας II: όπου οι συνθήκες συναφείας δεν θεωρούνται ευνοϊκές.

Στην περιοχή συναφείας II (δυσμενείς συνθήκες συναφείας) ανήκουν ράβδοι για τις οποίες ισχύουν όλες οι παρακάτω συνθήκες (βλ. και Πίνακα 17.3):

- έχουν κλίση ως προς την οριζόντια 0-45° για κατακόρυφη σκυροδέτηση
- βρίσκονται σε στοιχεία με πάχος κατά τη διεύθυνση σκυροδετήσεως μεγαλύτερο από 250 mm
- είναι τοποθετημένες στο πάνω μισό πάχος του στοιχείου
- το πάχος του σκυροδέματος που τις καλύπτει είναι μικρότερο από 300 mm.

Στην περιοχή συναφείας I (ευνοϊκές συνθήκες) ανήκουν όλες οι άλλες ράβδοι.

		Πάχος στοιχείου			
		μικρότερο από 250 mm	μεγαλύτερο από 250 mm		
			Η ράβδος βρίσκεται στο:		
			κάτω ήμισυ	άνω ήμισυ	
				Η ράβδος καλύπτεται από σκυρόδεμα πάχους:	
				λιγότερο από 300 mm	περισσότερο από 300 mm
Κλίση ως προς την οριζόντια	0-45°	I	I	II	I
	45-90°	I	I	I	I

Πίνακας 17.3
Καθορισμός των περιοχών συναφείας

Οι βασικές τιμές του f_{bd} δίνονται στον Πίνακα 17.4.

Περιοχή συνάφειας I	f_{ck}	12	16	20	25	30	35	40	45	50
	Λείες ράβδοι	0,8	0,95	1,1	1,2	1,35	1,45	1,6	1,75	1,85
	Ράβδοι Ø<32 Υψηλής συνάφειας	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
Περιοχή συνάφειας II	70% των τιμών της περιοχής συνάφειας I									

Πίνακας 17.4

Βασικές τιμές του f_{bd}(MPa)

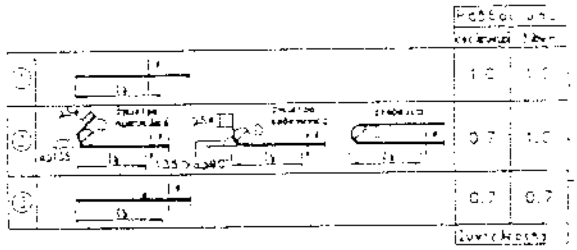
Στην περίπτωση όπου ασκείται εγκάρσια μέση πίεση p (MPa), εγκάρσια προς το αναμενόμενο επίπεδο αποσχίσεως, οι τιμές f_{bd} του Πίνακα 17.4 πρέπει να αυξάνονται, πολλαπλασιαζόμενες με τον συντελεστή $[1/(1-0.04p)] \ngtr 1.4$.

17.6 ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ

17.6.1 Τύποι αγκυρώσεων

Σε σχέση με την αποδοτικότητά τους οι αγκυρώσεις διακρίνονται σε 4 τύπους (Σχήμα 17.1):

1. Ευθύγραμμες αγκυρώσεις.
2. Καμπύλες αγκυρώσεις (άγκιστρα ημικυκλικά, ορθογωνικά, αναβολείς).
3. Ευθύγραμμες αγκυρώσεις με τουλάχιστον μία συγκολλημένη εγκάρσια ράβδο στο μήκος αγκύρωσης.
   Η εγκάρσια συγκολλημένη ράβδος πρέπει να απέχει το πολύ 5Φ από τη θέση ενάρξεως του $l_{b,net}$ η δε διάμετρος της πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με 0.5Ø
4. Αγκυρώσεις με πρόσθετα στοιχεία.



Σχήμα 17.1

Τύποι αγκυρώσεων και τιμές του συντελεστή α της εξίσωσης 17.2.

17.6.2 Βασικό μήκος ευθύγραμμης αγκύρωσης

Το βασικό μήκος l_b είναι το μήκος αγκύρωσης ευθύγραμμων ράβδων με πλήρη εκμετάλλευση της αντοχής τους (αγκύρωση τύπου 1).

Για μεμονωμένες ράβδους και συγκολλητά δομικά πλέγματα ράβδων με νευρώσεις, το l_b προσδιορίζεται από τη σχέση (17.1):

$$l_b = \frac{\Phi}{4}\,\frac{f_{yd}}{f_{bd}} \qquad (17.1)$$

όπου:

Φ, η διάμετρος της ράβδου, η οποία για δομικά πλέγματα διπλών ράβδων αντικαθίσταται από την ισοδύναμη διάμετρο $\Phi\sqrt{2}$,

f_{bd} η οριακή τάση συνάφειας σύμφωνα με την παρ. 17.5 και

f_{yd} η τιμή σχεδιασμού του ορίου διαρροής του χάλυβα.

Για συγκολλητά δομικά πλέγματα με ράβδους λείες ή με εγκοπές, το μήκος l_b είναι το μήκος που αντιστοιχεί σε 4 συγκολλημένες εγκάρσιες ράβδους, αλλά όχι μεγαλύτερο από το μήκος που προκύπτει από την εξ.(17.1) για πλέγματα με ράβδους με νευρώσεις.

17.6.3 Απαιτούμενο ευθύγραμμο μήκος αγκύρωσης

Το απαιτούμενο ευθύγραμμο μήκος αγκύρωσης $l_{b,net}$ εξαρτάται από τον τύπο της αγκύρωσης και την υπάρχουσα τάση στο χάλυβα, και υπολογίζεται για μεμονωμένες ράβδους και συγκολλητά δομικά πλέγματα ράβδων με νευρώσεις από την εξ.(17.2):

$$l_{b,net} = a\, l_b \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} \nless l_{b,min} \qquad (17.2)$$

όπου:

$A_{s,cal}$ η κατά τους υπολογισμούς θεωρητικά απαιτούμενη διατομή οπλισμού,

$A_{s,ef}$ η υπάρχουσα διατομή οπλισμού,

α, συντελεστής εξαρτώμενος από τον τύπο αγκύρωσης κατά το Σχήμα 17.1 ($\nless$0.7)

$l_{b,min}$ = 0,3 l_b ($\nless$ 10Ø) για ράβδους υπό εφελκυσμό
= 0,6 l_b ($\nless$ 100mm) για ράβδους υπό θλίψη,

l_b κατά την εξ.17.1

Για συγκολλητά δομικά πλέγματα με λείες ράβδους, το μήκος $l_{b,net}$ προσδιορίζεται από την εξ.(17.2) εάν υπάρχουν εντός του μήκους αγκύρωσης τουλάχιστον

$$n = 4\,\frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} \quad \text{εγκάρσιες ράβδοι}$$

17.6.4 Εγκάρσιος οπλισμός στις περιοχές αγκυρώσεων

Στις περιοχές αγκυρώσεων πρέπει να τοποθετείται εγκάρσιος οπλισμός. Εξαίρεση αποτελούν οι εφελκυόμενες ράβδοι όταν αναπτύσσεται εγκάρσια θλίψη λόγω αντιδράσεων στηρίξεως.

Το ελάχιστο εμβαδόν του εγκάρσιου οπλισμού πρέπει να είναι το 25% του εμβαδού της μέγιστης από τις αγκυρούμενες ράβδους.

Ο εγκάρσιος οπλισμός πρέπει να είναι ομοιομόρφως κατανεμημένος μέσα στο μήκος αγκυρώσεως. Σε περίπτωση καμπύλων αγκυρώσεων, πρέπει να τοποθετείται στην περιοχή των αγκίστρων ή των αναβολέων τουλάχιστον μία ράβδος εγκάρσιου οπλισμού.

Στις συνήθεις περιπτώσεις πλακών, πλακών με νευρώσεις, ή με σώματα πλήρωσης, πλακοδοκών και δοκών, υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων, αρκούν οι εγκάρσιοι οπλισμοί που δίνονται στο Κεφάλαιο 18.

Σε αγκυρούμενες ράβδους υπό θλίψη, ο εγκάρσιος οπλισμός πρέπει να τις περιβάλλει, να είναι συγκεντρωμένος περί το τέλος της αγκυρώσεως και να επεκτείνεται πέραν αυτού σε μία απόσταση τουλάχιστον ίση με 5Ø ή 5Øn.

Σε πλάκες με διαμήκη οπλισμό διαμέτρου Φ > 16mm, ο εγκάρσιος οπλισμός στις περιοχές αγκυρώσεων πρέπει να τοποθετείται στην εξωτερική παρειά.

17.6.5 Αγκυρώσεις με πρόσθετα στοιχεία

Η χρήση αγκυρώσεων με πρόσθετα στοιχεία επιτρέπεται μόνο αν υπάρχουν σχετικές εγκριτικές αποφάσεις.

17.7 ΕΝΩΣΕΙΣ

17.7.1 Είδη ενώσεων

Ενώσεις οπλισμών μπορούν να γίνουν με

- υπερκάλυψη των ράβδων με ευθύγραμμα άκρα, με άγκιστρα ημικυκλικά ή ορθογωνικά, με αναβολείς, με ευθύγραμμα άκρα με συγκολλητούς εγκάρσιους οπλισμούς (π.χ. σε συγκολλητά δομικά πλέγματα),
- συγκόλληση,
- μηχανικά μέσα (αρμοκλείδες, ενώσεις με τήγμα μετάλλου κ.ά).

17.7.2 Ενώσεις με υπερκάλυψη

17.7.2.1 Διάταξη των ενώσεων με υπερκάλυψη

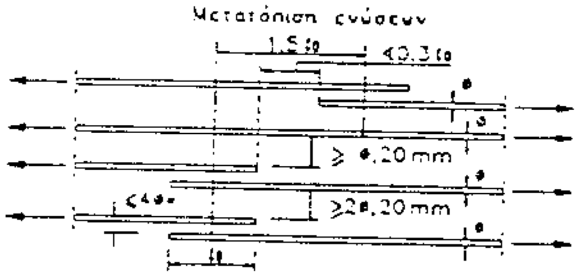
Οι ενώσεις με υπερκάλυψη πρέπει, κατά το δυνατόν, να διατάσσονται κατ'αποστάσεις μεταξύ τους και να αποφεύγεται η τοποθέτησή τους στις περιοχές υψηλών τάσεων.

Για οπλισμούς υψηλής συνάφειας σε μια στρώση επιτρέπεται η ένωση με υπερκάλυψη μέχρι και όλων των ράβδων (100%) σε μια διατομή του δομικού στοιχείου. Αν όμως οι οπλισμοί που υπερκαλύπτονται βρίσκονται σε περισσότερες στρώσεις τότε επιτρέπεται η υπερκάλυψη μόνο του μισού (50%) της συνολικής διατομής οπλισμού σε μια θέση.

Οι ενώσεις με υπερκάλυψη πρέπει να διατάσσονται συμμετρικώς και παραλλήλως προς τις παρειές του στοιχείου.

Για λείες ράβδους, επιτρέπεται η ένωση με υπερκάλυψη του 1/3 της διατομής οπλισμού κάθε στρώσης σε μια διατομή του δομικού στοιχείου. Οι δευτερεύοντες οπλισμοί διερείστων πλακών επιτρέπεται να υπερκαλύπτονται στο σύνολό τους (100%) σε μια διατομή.

Ενώσεις με υπερκάλυψη θεωρούνται μετατοπισμένες, όταν η απόσταση των μέσων δύο γειτονικών ενώσεων είναι μεγαλύτερη από 1,5 l_o, όπου l_o το μήκος υπερκάλυψης σύμφωνα με την εξίσωση (17.3). Οι εγκάρσιες αποστάσεις μεταξύ των ράβδων φαίνονται στο Σχήμα 17.2



Σχήμα 17.2
Απόσταση των ράβδων οπλισμού στην περιοχή ένωσης

17.7.2.2 Μήκος υπερκάλυψης εφελκυόμενων ράβδων

Το απαιτούμενο μήκος υπερκάλυψης l_o εφελκυόμενων ράβδων (Σχήμα Σ 17.3) υπολογίζεται από το αντίστοιχο απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά της όπλισης (Πιν.17.5):

$$l_o = \alpha_1 l_{b,net} \geq l_{o,min} \qquad (17.3)$$

όπου:

- $l_{b,net}$ μήκος αγκύρωσης κατά την εξίσωση (17.2).
- α_1 συντελεστής κατά τον Πίνακα 17.5.
- $l_{o,min}$ ελάχιστο μήκος υπερκάλυψης το οποίον είναι ίσο με max. (0,3 $\alpha\alpha_1 l_b$,15Φ,200mm)

Περιοχή συνάφειας παρ. 17.5	Απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών ενώσεων (a)	Απόσταση από την πλησιέστερη επιφάνεια (b)	Για υπερκαλυπτόμενες ράβδους (ποσοστό σε σχέση με την ολική διατομή χάλυβα)					Για εγκάρσιους οπλισμούς διανομής
			20%	25%	33%	50%	>50%	
I	$a \leq 10\Phi$ είτε $b \leq 5\Phi$		1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	1,0
	$a > 10\Phi$ και $b > 5\Phi$		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	
II			75% των τιμών της περιοχής συνάφειας I, < 1					1,0

Πίνακας 17.5

Συντελεστές α_1

17.7.2.3 Μήκος υπερκάλυψης θλιβομένων ράβδων

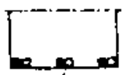
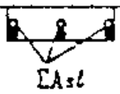
Το μήκος υπερκάλυψης l_o πρέπει να ικανοποιεί την συνθήκη:

$$l_o \geq l_b \quad (17.4)$$

17.7.2.4 Εγκάρσιος οπλισμός στην περιοχή υπερκάλυψης κυρίων οπλισμών

Στις περιοχές υπερκαλύψεων κυρίων οπλισμών πρέπει να τοποθετείται εγκάρσιος οπλισμός, ο οποίος παραλαμβάνει τις εγκάρσιες εφελκυστικές δυνάμεις. Ο υπάρχων εγκάρσιος οπλισμός που προβλέπεται για άλλους λόγους (π.χ. οπλισμός διάτμησης, οπλισμός διανομής) συνυπολογίζεται στον εγκάρσιο οπλισμό.

Ο απαιτούμενος εγκάρσιος οπλισμός δίνεται στον Πίνακα 17.6 και διατάσσεται όπως στο Σχήμα Σ17.5γ.

1	2	3	4	5		6
Θέση υπερκαλυπτομένων ράβδων	Φ ράβδων (mm)	Ποσοστό υπερκαλυπτομένων ράβδων	Απόσταση γειτονικών υπερκαλύψεων κατά την έννοια του μήκους	Εγκάρσιος οπλισμός ΣA_{st}: Ποσότητα	Τοποθέτηση	Σχήμα
	< 16	Τυχόν	Τυχούσα	Δεν απαιτείται ειδικότερη φροντίδα		-
	≥ 16	≤ 20%				
 A_{sl} (μιας ραβδου)		>20% ≤ 50%	Τυχούσα	$\Sigma A_{st} \geq A_{sl}$	Ευθύγραμμες ράβδοι τοποθετημένες εξωτερικά	Σ 17.5α
		> 50%	≥ 10 Φ			
			< 10 Φ		Σε μορφή συνδετήρα	Σ 17.5β
 ΣA_{sl}	Τυχόντα			$\Sigma A_{st} \geq \Sigma A_{sl}$	Σε μορφή συνδετήρα	Σ 17.5
Σημ.: Μενίστη επιτρεπόμενη απόσταση ράβδων εγκαρσίου οπλισμού 150 mm						

Πίνακας 17.6

Απαιτούμενος εγκάρσιος οπλισμός στην περιοχή υπερκάλυψης κυρίων οπλισμών

17.7.3 Κοχλιωτές ενώσεις

Με κοχλίωση επιτρέπεται να ενωθούν όλες οι ράβδοι σε μια διατομή.

Τα μέσα σύνδεσης (αρμοκλείδες), πρέπει να έχουν:

- δύναμη διαρροής αντίστοιχη του 1,0 $f_{yk}A_s$ και
- δύναμη αντοχής αντίστοιχη του 1,2 $f_{st}A_s$, όπου:

f_{yk}, f_{st}, A_s, το όριο διαρροής, η εφελκυστική αντοχή και η διατομή της προς σύνδεση ράβδου, αντιστοίχως. Για την επικάλυψη σκυροδέματος και την απόσταση των μέσων σύνδεσης στην περιοχή της ένωσης ισχύουν οι παρ.17.3 και παρ.17.4, αντιστοίχως όπου καθοριστική είναι η διάμετρος της προς ένωση ράβδου.

Επιτρέπονται διογκώσεις των ενουμένων ράβδων για αύξηση της διατομής πυρήνα, με κλίση συναρμογής 1:3 (Σχήμα Σ 17.7).

Η ολίσθηση στα άκρα της αρμοκλείδας υπό το φορτίο λειτουργίας επιτρέπεται να είναι το πολύ 0,1 mm.

Η διατομή του πυρήνα λαμβάνεται στον υπολογισμό πλήρης για σπειρώματα με εξέλαση, ενώ για σπειρώματα με κοπή μόνο με το 80%.

Για επαναλαμβανόμενη φόρτιση απαιτείται πειραματική απόδειξη της αποτελεσματικότητας της σύνδεσης.

17.7.4 Συγκολλητές ενώσεις

Με συγκόλληση επιτρέπεται να ενωθούν όλες οι ράβδοι σε μια διατομή του δομικού στοιχείου.

Οι συγκολλητές ενώσεις πρέπει να γίνονται σύμφωνα με τους κανονισμούς συγκολλήσεων και τα τεύχη έγκρισης των χαλύβων.

17.8 ΕΙΔΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΚΑΜΠΤΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

17.8.1 Γενικά

Οι οπλισμοί αυτοί πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε σε κάθε διατομή να καλύπτεται το μετατοπισμένο διάγραμμα των εφελκυστικών δυνάμεων (παρ.17.8.2).

Σε πλακοδοκούς και κοίλες διατομές τοποθετούνται μέσα στην πλάκα σε ένα πλάτος το πολύ ίσο με το μισό συνεργαζόμενο πλάτος (παρ.8.4). Πρέπει να μένει αρκετό ποσοστό στον κορμό για περιορισμό της ρηγμάτωσης.

17.8.2 Κανόνας μετατόπισης

Η περιβάλλουσα των εφελκυστικών δυνάμεων προκύπτει από οριζόντια μετατόπιση κατά a_l της καμπύλης F_t=(M/z)-N (η τιμή του a_l ορίζεται στην παρ.11.2.4).

17.8.3 Αγκυρώσεις εκτός στηρίξεων

Το μήκος αγκύρωσης οπλισμού ευθύγραμμου ή κεκαμμένου που δεν χρησιμοποιείται ως οπλισμός διάτμησης, μετριέται από το θεωρητικό άκρο Ξ (Σχήμα Σ 17.8) και είναι ίσο με al_b (τιμές του a από Σχήμα 17.1, τιμή του l_b από εξίσωση (17.1)).

Σε πλάκες με κλιμακούμενους οπλισμούς μέγιστης διαμέτρου Φ<16mm το μήκος αγκύρωσης από το άκρο Ξ επιτρέπεται να ληφθεί ίσο με $l_{b,net}$ (εξ.17.2), όχι όμως μικρότερο από το μήκος al_b που μετριέται από την θεωρητική αρχή Α (Σχήμα Σ 17.8).

Τα μήκη αγκύρωσης εφελκυομένων ράβδων που κάμπτονται για να παραλάβουν και τέμνουσες, θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσα με $1{,}3l_{b,net}$ στις εφελκυόμενες ζώνες και 0,7 $l_{b,net}$ στις θλιβόμενες ζώνες ($l_{b,net}$= μήκος αγκύρωσης σύμφωνα με την παρ. 17.6.3).

17.8.4 Αγκύρωση σε ακραίες στηρίξεις

I. Για δοκούς χωρίς απαιτήσεις αντισεισμικότητας και για πλάκες:

α) Η αγκύρωση των οπλισμών στις ακραίες στηρίξεις πρέπει να μπορεί να αναλάβει εφελκυστική δύναμη ίση με:

$$F_t = V_{Sd} \cdot a_l/d \nless 0{,}5 \cdot V_{Sd} \qquad (17.5)$$

όπου a_l σύμφωνα με την εξ. (11.18).

β) - Το μήκος αγκύρωσης για άμεση στήριξη μετριέται απ' την γραμμή επαφής με τη στήριξη και είναι ίσο με 2/3 $l_{b,net}$.
- Το μήκος αγκύρωσης για έμμεση στήριξη μετριέται από ένα επίπεδο μέσα στην στήριξη το οποίο απέχει απ' το σημείο τομής των δύο στοιχείων απόσταση ίση με το 1/3 του πλάτους στήριξης και είναι ίσο με $l_{b,net}$.
- Σε όλες τις περιπτώσεις το άκρον της αγκύρωσης πρέπει να φτάνει τουλάχιστον μέχρι το σημείο της θεωρητικής στήριξης.

II. Για δοκούς με απαιτήσεις αντισεισμικότητας, σύμφωνα με τις διατάξεις της παρ.18.3.5.

17.8.5 Αγκύρωση σε ενδιάμεσες στηρίξεις

Οταν σύμφωνα με τις διατάξεις του Κεφ.18 ορισμένοι οπλισμοί προεκτείνονται σε ενδιάμεσες στηρίξεις ή σε ακραίες στηρίξεις που συνεχίζονται σε πρόβολο, η διαμόρφωση της αγκύρωσης γίνεται ως εξής:

I. Για δοκούς χωρίς απαιτήσεις αντισεισμικότητας και για πλάκες, το μήκος αγκύρωσης μετριέται από την παρειά της στήριξης και ισούται με 10 Φ (ευθύγραμμη αγκύρωση) ή D (καμπύλη αγκύρωση).

II. Για δοκούς με απαιτήσεις αντισεισμικότητας, σύμφωνα με τις διατάξεις της παρ.18.3.5.

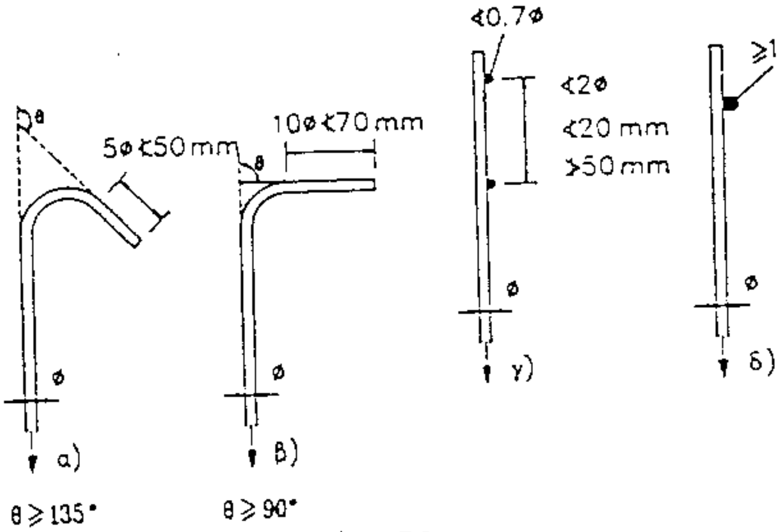
17.9 ΑΓΚΥΡΩΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

Οι οπλισμοί διάτμησης μπορούν να αποτελούνται από:

- κάθετους ή κεκλιμένους προς τον άξονα συνδετήρες (παρ. 17.9.1).
- κεκλιμένες ράβδους (παρ.17.9.2).
- από συνδυασμό των παραπάνω.

17.9.1 Αγκυρώσεις συνδετήρων

Η αγκύρωση των συνδετήρων γίνεται σύμφωνα με το Σχήμα 17.3.



Σχήμα 17.3

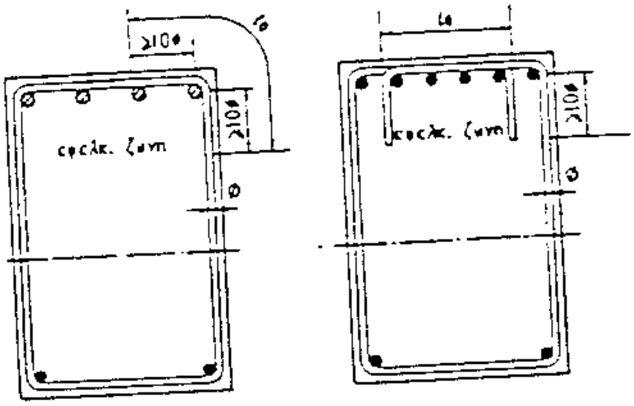
Διατάξεις αγκυρώσεων συνδετήρων

Ορθογωνικά άγκιστρα του Σχήματος 17.3 β) επιτρέπονται μόνο σε νευροχάλυβες.

Διατάξεις του Σχήματος 17.3 γ) και δ) επιτρέπονται μόνο όταν δεν προκαλείται διάρρηξη ή αποκόλληση του σκυροδέματος επικάλυψης. Αυτό θεωρείται ότι ικανοποιείται αν η επικάλυψη των συνδετήρων στην περιοχή αγκύρωσης είναι τουλάχιστον 50mm.

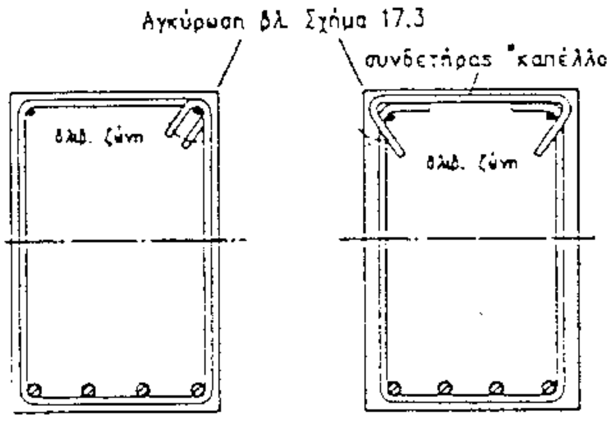
Το κλείσιμο των συνδετήρων σε στοιχεία χωρίς απαιτήσεις αντισεισμικότητας γίνεται στην μεν εφελκυόμενη ζώνη σύμφωνα με το Σχήμα 17.4, στην δε θλιβόμενη ζώνη σύμφωνα με το Σχήμα 17.5. Σε πλακοδοκούς επιτρέπεται να γίνεται με συνεχείς εγκάρσιες ράβδους σύμφωνα με το Σχήμα 17.6.

Για δοκούς, πλακοδοκούς και υποστυλώματα με απαιτήσεις αντισεισμικότητας, το κλείσιμο των συνδετήρων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με το Σχήμα 17.5α και για τη θλιβόμενη και για την εφελκυόμενη ζώνη, με μήκος αγκίστρου 10Φ.



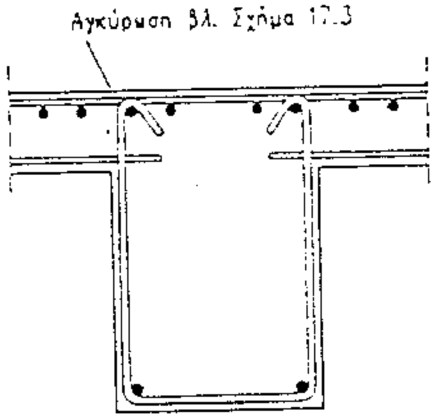
Σχήμα 17.4

Κλείσιμο συνδετήρων στην εφελκυόμενη ζώνη



Σχήμα 17.5

Κλείσιμο συνδετήρων στην θλιβόμενη ζώνη



Σχήμα 17.6

Κλείσιμο συνδετήρων σε πλακοδοκούς στην περιοχή της πλάκας (επιτρέπεται και στην εφελκυόμενη και στην θλιβόμενη ζώνη)

17.9.2 Αγκυρώσεις κεκλιμένων ράβδων

Για την αγκύρωση των κεκλιμένων ράβδων ισχύει η τελευταία παράγραφος της παρ.17.8.3. Οι κεκλιμένες ράβδοι πρέπει να κατανέμονται ομοιόμορφα στην εγκάρσια διεύθυνση.

17.10 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

17.10.1 Ταυτόχρονη χρησιμοποίηση διαφόρων ειδών χαλύβων

Η ταυτόχρονη χρησιμοποίηση συνήθων χαλύβων και χαλύβων προέντασης επιτρέπεται σύμφωνα με την παρ. 17.2.2.

17.10.2 Διάταξη τενόντων προέντασης

17.10.2.1 Ελάχιστος αριθμός τενόντων προέντασης

α) Ο ελάχιστος επιτρεπόμενος αριθμός των τενόντων στην προθλιβόμενη εφελκυόμενη ζώνη φερόντων προεντεταμένων στοιχείων είναι τρεις (3).

Οταν χρησιμοποιούνται καλώδια αποτελούμενα από δέσμες ράβδων, συρμάτων ή συρματοσχοίνων, μπορεί να υπάρχει μόνον ένα καλώδιο στην προθλιβόμενη εφελκυόμενη ζώνη, υπό τον όρον ότι το καλώδιο αποτελείται από επτά (7) τουλάχιστον ράβδους ή σύρματα.

Μεμονωμένες ράβδοι και σύρματα	: 3
Ράβδοι και σύρματα που αποτελούν τένοντα ή συρματόσχοινο	: 7
Τένοντες πλην συρματοσχοίνων	: 3

Πίνακας 17.7.

Ελάχιστο πλήθος ράβδων, συρμάτων και καλωδίων στην προθλιβόμενη εφελκυόμενη ζώνη μεμονωμένου δομικού στοιχείου

Οι τιμές αυτές ισχύουν όταν οι διάμετροι των ράβδων ή συρμάτων είναι ίδιες. Όταν οι διάμετροι είναι διαφορετικές ο έλεγχος γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω.

β) Αν ο αριθμός των τενόντων ή ο συνολικός αριθμός των ράβδων, συρμάτων ή συρματόσχοινων της δέσμης είναι μικρότερος του 3 ή 7, αντιστοίχως, τότε πρέπει να ελέγχεται (λαμβάνοντας γ_f=1,0 και γ_m=1,0) ότι η ασφάλεια έναντι οριακών καταστάσεων αστοχίας εξασφαλίζεται ακόμη και όταν ένας τένοντας ή τρεις ράβδοι σύρματα ή συρματόσχοινα μιας δέσμης αστοχήσουν. Για τον έλεγχο αυτό μπορούν να ληφθούν υπόψη ανακατανομές, λόγω μεταβολής του στατικού συστήματος εξ αιτίας εγκάρσιας μεταβίβασης σε συνεργαζόμενα γειτονικά στοιχεία, ή εξ αιτίας του υπάρχοντος οπλισμού σιδηροπαγούς σκυροδέματος. Για τένοντες ή σύρματα διαφορετικής διαμέτρου πρέπει να θεωρείται ότι αστοχούν εκείνα με την μεγαλύτερη διατομή.

17.10.2.2. Οριζόντιες και κατακόρυφες ελεύθερες αποστάσεις μεταξύ τενόντων

17.10.2.2.α. Προένταση μετά από την σκλήρυνση του σκυροδέματος

Ο σχηματισμός ομάδων (δέσμης) σωλήνων πρέπει γενικώς να αποφεύγεται.

Ζεύγος σωλήνων, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι κατακορύφως ο ένας πάνω από τον άλλον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό τον όρο ότι λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα κατά την τάνυση και κατά την εφαρμογή των τσιμεντενεμάτων.

Οι ελάχιστες οριζόντιες και κατακόρυφες ελεύθερες αποστάσεις μεταξύ μεμονωμένων τενόντων δίδονται ως εξής:

- οριζόντια : ≮ $Ø_{σωλ}$ ή 40mm
- κατακόρυφη: ≮ $Ø_{σωλ}$ ή 50mm

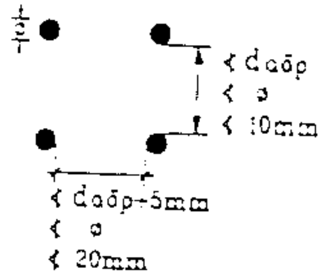
όπου $Ø_{σωλ}$ η διάμετρος του σωλήνα

Ο πιο πάνω περιορισμός για την οριζόντια απόσταση ισχύει και για ζεύγη τενόντων.

17.10.2.2.β. Προένταση πριν από την διάστρωση του σκυροδέματος

Σε αυτή την περίπτωση, ο σχηματισμός ομάδων τενόντων απαγορεύεται.

Οι ελάχιστες οριζόντιες και κατακόρυφες ελεύθερες αποστάσεις μεταξύ μεμονωμένων τενόντων δίδονται στο Σχήμα 17.7.



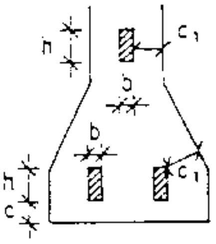
Σχήμα 17.7
Ελάχιστες αποστάσεις τενόντων

(Ø= εξωτερική διάμετρος σωλήνων ράβδων και συρμάτων)

17.10.2.3 Επικάλυψη

17.10.2.3α Προένταση μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος

Το ελάχιστο πάχος σκυροδέματος μεταξύ μιας εξωτερικής παρειάς και ενός σωλήνα ή μιας δέσμης σωλήνων θα πρέπει αφ'ενός μεν να είναι τουλάχιστον ίσο με τις ονομαστικές τιμές που δίνονται στην παρ.5.1 και στην παρ. 17.5. αφ' ετέρου δε να μην είναι μικρότερο απ'τις τιμές του Σχήματος 17.8.



$c_1 \geq b \nless h/2$
$c \geq b$
πλην εξαιρετικών περιπτώσεων:
$c_1 \nless 40$ mm, $c \nless 40$ mm

Σχήμα 17.8
Επικαλύψεις στην περίπτωση προέντασης μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος

17.10.2.3β Προένταση πριν απ'τη διάστρωση του σκυροδέματος

Η ελάχιστη επικάλυψη πρέπει να συμφωνεί με την παρ. 5.1 και 17.5, αλλά δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 20 mm ή 2Φ. Οταν χρησιμοποιούνται σύρματα νευροχαλύβων C_{min} = 3Φ

17.10.2.4 Επιτρεπόμενες ακτίνες καμπυλότητας

Οι καμπυλότητες θα πρέπει να είναι τέτοιες ώστε οι αναπτυσσόμενες κατά την προένταση δυνάμεις εκτροπής να μη προκαλούν θραύση λόγω σύνθλιψης ή διάρρηξη του σκυροδέματος.

17.10.3 Αγκύρωση τενόντων προέντασης και διάταξη αρμοκλειδών

Οι διατάξεις αγκύρωσης, σε περίπτωση τενόντων που προεντείνονται μετά από την σκλήρυνση του σκυροδέματος, ή το μήκος αγκύρωσης, σε περίπτωση που προεντείνονται πριν απ'την έγχυση του σκυροδέματος, πρέπει να εξασφαλίζουν την ανάπτυξη ολόκληρης της αντοχής σχεδιασμού των τενόντων.

Ο έλεγχος των τοπικών θλιπτικών φαινομένων στο σκυρόδεμα και ο υπολογισμός του αντίστοιχου κατάλληλου οπλισμού πρέπει να γίνονται με βάση κατάλληλες μεθόδους των οποίων η αξιοπιστία πρέπει να αποδεικνύεται με αναφορά σε πειραματικά αποτελέσματα.

Αν χρησιμοποιούνται αρμοκλείδες πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να επιτυγχάνονται οι απαιτούμενες αντοχές σε όλες τις διατομές και να μπορούν να πραγματοποιούνται επιτυχώς οι αγκυρώσεις που καθορίζονται πιο πάνω.

Γενικώς, οι αρμοκλείδες πρέπει να τοποθετούνται μακράν ενδιαμέσων στηρίξεων. Επίσης, πρέπει να αποφεύγεται η επέκταση μέσω αρμοκλειδών περισσότερων από το 50% των τενόντων σε μία διατομή.

17.11 ΚΑΝΟΝΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥΣ ΣΥΡΡΑΦΗΣ ΣΕ ΑΡΜΟΥΣ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ

Οι εσωτερικές επίπεδες επιφάνειες του σκυροδέματος που καταπονούνται από διατμητικές δυνάμεις και για τις οποίες δεν προβλέπονται ειδικοί έλεγχοι, πρέπει να διασχίζονται από κατάλληλους οπλισμούς οι οποίοι να αγκυρώνονται και στις δύο πλευρές αυτών των επιφανειών. Οι οπλισμοί αυτοί πρέπει να σχηματίζουν με τις επιφάνειες αυτές γωνία 45°-90°.

Στις επιφάνειες αυτές η τιμή της δύναμης ολίσθησης σχεδιασμού ανά μονάδα μήκους πρέπει να επαληθεύει την σχέση:

$$v_{Sd} \leq \frac{A_s}{s} f_{yd} (1 + \cot a) \sin a \qquad (17.6)$$

όπου:

A_s = το άθροισμα των διατομών των οπλισμών που σχηματίζουν στρώση οπλισμού συρραφής

s = η απόσταση μεταξύ των οπλισμών συρραφής, μετρούμενη παράλληλα προς την υπόψη επίπεδη επιφάνεια

f_{yd} = η τιμή σχεδιασμού του ορίου διαρροής του οπλισμού συρραφής

a = η γωνία του οπλισμού με την υπόψη επίπεδη επιφάνεια.

17.12 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΔΕΣΜΕΣ ΡΑΒΔΩΝ

17.12.1 Ισοδύναμη διάμετρος, επικάλυψη, αποστάσεις ράβδων.

Δέσμες ράβδων επιτρέπονται για ράβδους με Φ ≤ 28mm και μόνο για ράβδους υψηλής συνάφειας. Οι ράβδοι μιας δέσμης πρέπει να έχουν ίδια διάμετρο και χαρακτηριστικά.

Για τη μελέτη οι δέσμες αντικαθίστανται από μια ιδεατή ράβδο η οποία έχει την ίδια διατομή με τη δέσμη, το ίδιο κέντρο βάρους και μια ισοδύναμη διάμετρο $Φ_n$ που ορίζεται από τη σχέση:

$$Φ_n = Φ\sqrt{n} \qquad (17.7)$$

Ο αριθμός των ράβδων μιας δέσμης περιορίζεται σε:

n ≤ 4 για κατακόρυφες θλιβόμενες ράβδους και για ράβδους μιας ένωσης με υπερκάλυψη

n ≤ 3 για όλες τις άλλες περιπτώσεις.

Δεν επιτρέπονται διατάξεις τριών ή περισσότερων ράβδων εν σειρά.

Για τον υπολογισμό της ελάχιστης επικάλυψης σκυροδέματος και των αποστάσεων των ράβδων λαμβάνεται υπόψη η ισοδύναμη διάμετρος Φ_n. Η επικάλυψη και οι αποστάσεις πρέπει να μετρηθούν από την πραγματική εξωτερική περίμετρο της δέσμης των ράβδων.

17.12.2 Αγκυρώσεις και ενώσεις

Αγκυρώσεις και ενώσεις με υπερκάλυψη δεσμών πραγματοποιούνται με την αγκύρωση και υπερκάλυψη των μεμονωμένων ράβδων.

Οι αγκυρώσεις των ράβδων μιας δέσμης δεν μπορούν να είναι παρά μόνο ευθύγραμμες και οι μεμονωμένες ράβδοι πρέπει να τελειώνουν κατά αποστάσεις. Για δέσμες 2, 3 ή 4 ράβδων οι αποστάσεις αυτές θα πρέπει να είναι αντίστοιχα 1, 2, 1, 3, και 1, 4 φορές το μήκος αγκύρωσης των μεμονωμένων ράβδων. Οι ράβδοι μιας δέσμης πρέπει να επικαλύπτονται μία προς μία. Οι μεμονωμένες επικαλύψεις των ραβδων μιας δέσμης πρέπει να απέχουν μεταξύ τους. Οι ελάχιστες αποστάσεις δίνονται από την προηγούμενη παράγραφο. Σε καμμιά διατομή η δέσμη δεν μπορεί να αποτελείται από περισσότε-ρες από 4 ραβδους.

18. ΚΑΝΟΝΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Οι κανόνες του Κεφαλαίου αυτού ισχύουν και για το ωπλισμένο και για το προεντεταμένο σκυρόδεμα, εκτός αν αναφέρεται αλλιώς.

18.1 ΠΛΑΚΕΣ

18.1.1 Είδη πλακών

Η παράγραφος αυτή ισχύει για συμπαγείς ορθογωνικές πλάκες που διαστρώνονται επί τόπου, οι οποίες ικανοποιούν τις συνθήκες της παρ.7.2.1.2.α και για τις οποίες είναι : b>4h (b=μικρότερο άνοιγμα,h=πάχος πλάκας). Οι διατάξεις αυτές μπορούν να εφαρμόζονται ανάλογα για πλάκες μη ορθογωνικής μορφής (π.χ. λοξές ή κυκλικές πλάκες) με γραμμική έδραση.

Οι πλάκες διακρίνονται ανάλογα με τη στατική τους λειτουργία σε διέρειστες ή τετραέρειστες.

Οι διέρειστες πλάκες αναλαμβάνουν το φορτίο τους κυρίως κατά μία διεύθυνση (διεύθυνση οπλισμού αντοχής). Απαραίτητος θεωρείται ο ελάχιστος δευτερεύων (εγκάρσιος) οπλισμός.

Στις τετραέρειστες πλάκες λαμβάνεται υπόψη η στατική λειτουργία και των δύο διευθύνσεων.

18.1.2 Εδραση πλακών

Τα ελάχιστα πλάτη έδρασης πρέπει να είναι:

α) για στήριξη πάνω σε δομικά στοιχεία από τοιχοποιία ή σκυρόδεμα 100mm
β) για στήριξη πάνω σε δομικά στοιχεία από χάλυβα 70mm

18.1.3 Ελάχιστα πάχη πλακών

Το πάχος της πλάκας πρέπει να είναι τουλάχιστον:

α) γενικά 70mm
β) για πλάκες κυκλοφορίας επιβατικών αυτοκινήτων 100mm
γ) για πλάκες κυκλοφορίας βαρυτέρων οχημάτων 120mm
δ) για πλάκες μόνο κατ'εξαίρεση βατές, όπως για εργασίες συντήρησης ή καθαρισμού (π.χ. ορισμένες πλάκες στεγών) 50mm

18.1.4 Εντατικά μεγέθη πλακών

Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών πλακών, οποιασδήποτε μορφής και είδους στήριξης, ισχύουν γενικά οι βάσεις υπολογισμού των εντατικών μεγεθών.

Προσεγγιστικές μέθοδοι επιτρέπονται όταν βρίσκονται προς την πλευρά της ασφαλείας.

Για ορθογωνικές τετραέρειστες πλάκες επιτρέπεται να εκτελείται υπολογισμός κατά προσέγγιση, με τη παραδοχή διασταυρούμενων λωρίδων πλάκας με κοινό μέγιστο βέλος κάμψης. Οι υπολογιζόμενες ροπές ανοίγματος σύμφωνα με τις παραπάνω παραδοχές, πρέπει να αυξάνονται κατάλληλα όταν:

α) οι γωνίες δεν εξασφαλίζονται έναντι ανυψώσεως.
β) δεν διατάσσεται οπλισμός συστροφής σε γωνίες όπου συναντώνται δύο πλευρές στήριξης ελεύθερα στρεπτές.
γ) υπάρχουν οπές στις γωνίες, οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά τη δυστρεψία.

Συνεχείς τετραέρειστες πλάκες με λόγο θεωρητικών ανοιγμάτων min l/max l κατά μια διεύθυνση συνέχειας όχι μικρότερο από 0,75 επιτρέπεται για τον υπολογισμό των ροπών στήριξης να θεωρούνται ως πλήρως πακτωμένες στις στηρίξεις. Οι μέγιστες και οι ελάχιστες ροπές ανοίγματος επιτρέπεται να υπολογίζονται με τη θεώρηση πλήρους πάκτωσης για την καθολική φόρτιση p.

$$p = 1{,}35g \qquad (18.1)$$

και ελεύθερα στρεπτής έδρασης στις στηρίξεις για φόρτιση p με διάταξη ζατρικίου

$$p = 1{,}5q \qquad (18.2)$$

όπου g, q το μόνιμο και το κινητό φορτίο της πλάκας, αντίστοιχα.

Οι αντιδράσεις τετραερείστων ομοιόμορφα φορτισμένων πλακών, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των δράσεων σχεδιασμού των δοκών, επιτρέπεται να υπολογίζονται απο τις επιφάνειες φόρτισης που προκύπτουν από γεωμετρικο μερισμό της επιφάνειας της κάτοψης.

Στηρίξεις που δεν ελήφθησαν υπόψη στον υπολογισμό της πλάκας πρέπει να συμμετέχουν στη διανομή των φορτίων της πλάκας.

18.1.5 Οπλισμός κάμψης πλακών

18.1.5.1 Γενικά

Ο οπλισμός κάμψης είναι αυτός που περιλαμβάνει τα μεγέθη ορθής έντασης, M και N.

Το εμβαδόν των διατομών του κύριου οπλισμού πρέπει να είναι μεγαλύτερο από:

- 0,0015 bd για S400, S500, χάλυβες προεντάσεως (18.3)

- 0,0025 bd για S220 (18.4)

Το εμβαδόν των διατομών του κύριου οπλισμού δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% της διατομής του σκυροδέματος εκτός των περιοχών ενώσεων με υπερκάλυψη.

Το εμβαδόν του δευτερεύοντος οπλισμού πρέπει να είναι τουλάχιστο ίσο προς το 20% του εμβαδού του κύριου οπλισμού και τουλάχιστον:

- για S220, S400: 4 Φ 8 / m
- για S500: 4 Φ 6 / m

Σε τετραέρειστες πλάκες και όταν δεν ελέγχεται με ακρίβεια η κάλυψη των ροπών, επιτρέπεται ο οπλισμός των ανοιγμάτων να μειώνεται στο μισό στις ακραίες λωρίδες πλάτους c=0.2 minL

Η απόσταση μεταξύ των ράβδων δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

- 250mm για τον δευτερεύοντα οπλισμό
- για τον κύριο οπλισμό : 1.5 d ≯ 200 mm
- για πάχος πλάκας μέχρι 120 mm : 120 mm

Στις ακραίες στηρίξεις πλακών στις οποίες δεν ελήφθη υπόψη ενδεχόμενη μερική πάκτωση της πλάκας, πρέπει να προβλεφθεί ένας άνω οπλισμός ίσος με το 1/4 του οπλισμού ανοίγματος. Ο οπλισμός αυτός πρέπει να εκτείνεται πέρα απ'την παρειά του στηρίγματος, σε απόσταση τουλάχιστον ίση με 0.2 φορές το μήκος του ανοίγματος.

Ενα ποσοστό του μέγιστου οπλισμού ανοίγματος πρέπει να συνεχίζεται και στις στηρίξεις, ως ακολούθως:

α) Σε πλάκες χωρίς οπλισμό διάτμησης
- το 1/2 στις ακραίες στηρίξεις.
- το 1/4 στις ενδιάμεσες στηρίξεις.

β) Σε πλάκες με οπλισμό διάτμησης.
- το 1/4.

Οι οπλισμοί αυτοί πρέπει να αγκυρώνονται κατάλληλα (βλ.παρ.17.8.4 και 17.8.5).

Ο διαμήκης κύριος οπλισμός που προκύπτει λόγω συγκεντρωμένων ή τμηματικών συνεχών φορτίων πρέπει να κατανέμεται σε πλάτος (βλ.παρ.9.16)

$s_y = 0.5 b_m \nless l_y$.

Αν δεν γίνεται ακριβέστερος έλεγχος, κάτω από τα προηγούμενα φορτία πρέπει να διατάσσεται πρόσθετος εγκάρσιος οπλισμός, ίσος τουλάχιστον με το 50% του οπλισμού που προέκυψε από το υπόψη φορτίο.

Σε προβόλους με συγκεντρωμένα φορτία πρέπει να διατάσσεται στην κάτω πλευρά εγκάρσιος οπλισμός ίσος με το 50% του οπλισμού που απαιτείται για την ανάληψη της ροπής στήριξης, η οποία προκαλείται από το υπόψη φορτίο.

Ο πρόσθετος αυτός οπλισμός πρέπει να κατανέμεται σε πλάτος ίσο με το μισό του πλάτους διανομής b_m του συγκεντρωμένου φορτίου, αλλά όχι μικρότερο του πλάτους εισαγωγής του συγκεντρωμένου φορτίου στο μέσο επίπεδο της πλάκας κατά τη διεύθυνση του κύριου οπλισμού, t_x. Οι ράβδοι του πρόσθετου εγκάρσιου οπλισμού πρέπει να αγκυρώνονται πέρα από το πλάτος διανομής b_m του συγκεντρωμένου φορτίου.

Οταν ο κύριος οπλισμός είναι παράλληλος σε στήριξη που δεν έχει ληφθεί υπ'όψη στον υπολογισμό της πλάκας, οι εγκάρσιες εφελκυστικές τάσεις που αναπτύσσονται πάνω σ'αυτή τη στήριξη πρέπει να αναλαμβάνονται από αντίστοιχο άνω οπλισμό, ίσο τουλάχιστο με το 50% του κύριου οπλισμού της πλάκας και τουλάχιστον:

για S220: 5 Φ 8/m

για S400: 5 Φ 8/m

για S500: 5 Φ 6/m.

Ο οπλισμός αυτός πρέπει να φθάνει σε απόσταση από την παρειά στήριξης ίση με το τέταρτο του ανοίγματος υπολογισμού της πλάκας.

18.1.5.2 Οπλισμοί γωνιών πλακών μη μονολιθικώς συνδεομένων με τα στοιχεία εδράσεώς των

Σε περίπτωση που παρεμποδίζεται η ανύψωση της γωνίας μιας πλάκας της οποίας δύο διαδοχικές πλευρές εδράζονται μη ολόσωμα, και εφόσον αυτό δεν έχει ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό, πρέπει γενικά να προβλέπεται ένας οπλισμός τουλάχιστον ίσος με το μισό του οπλισμού του ανοίγματος στην άνω και κάτω επιφάνεια:

α) κατά τις κύριες διευθύνσεις των εφελκυστικών τάσεων ή

β) με ορθογωνικό πλέγμα παράλληλο στις πλευρές.

Αν στην γωνία η μια πλευρά εδράζεται απλά ενώ η άλλη είναι πακτωμένη, ο οπλισμός αυτός θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσος με το 1/4 του οπλισμού ανοίγματος.

Οι οπλισμοί αυτοί των γωνιών θα πρέπει να εκτείνονται πέρα απ'την παρειά της στήριξης σε μήκος τουλάχιστον ίσο με 0,2 φορές το μήκος του μικρότερου ανοίγματος.

18.1.6 Οπλισμός διάτμησης και διατρησης πλακών

18.1.6.1 Γενικά περί οπλισμού διάτμησης

Οι πλάκες με οπλισμό διατμήσεως θα πρέπει να έχουν πάχος τουλάχιστον ίσο με 200 mm.

Οι οπλισμοί διάτμησης πλακών, εφόσον απαιτούνται (βλ. παρ.11.1.1), μπορούν να αποτελούνται από κλειστούς ή ανοικτούς συνδετήρες και/ή λοξές ράβδους. Το ποσοστό οπλισμού διατμήσεως, εφ' όσον απαιτείται, δεν μπορεί να υπολείπεται του 60% των τιμών που δίνονται στον Πίνακα Σ18.1 για δοκούς.

Οι ράβδοι που κάμπτονται προς τα πάνω πρέπει να προέρχονται απ'τους οπλισμούς κάμψης. Γενικά, η γωνία κλίσης των ράβδων αυτών ως προς την οριζόντια δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη των 45°. Εάν όμως προβλέπεται μόνο μια σειρά κεκαμμένων ράβδων (για κάθε κατεύθυνση) η γωνία κλίσης μπορεί να μειωθεί μέχρι 30°.

Η απόσταση s μεταξύ των διαφόρων σειρών του οπλισμού διάτμησης, πρέπει να ικανοποιεί την συνθήκη:

$$s \leq 0{,}6d\,(1 + \cot\alpha). \qquad (18.5)$$

Η απόσταση μεταξύ της παρειάς μιας στήριξης ή της περιμέτρου μιας φορτιζόμενης επιφάνειας και της πλησιέστερης σειράς του οπλισμού διάτμησης δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του d/2.

Η απόσταση αυτή θα μετριέται:

- για συνδετήρες, στο μέσο επίπεδο της πλάκας.
- για λοξές ράβδους, στο επίπεδο του "πάνω" οπλισμού κάμψης.

18.1.6.2 Γραμμικές στηρίξεις πλακών

Στις γραμμικές στηρίξεις των πλακών απαιτείται οπλισμός διάτμησης όταν δεν ικανοποιείται η εξίσωση (11.1). Γι'αυτόν τον οπλισμό απαιτείται ένα ελάχιστο ποσοστό (παρ.11.1 και παρ.18.3.4).

Οταν τοποθετούνται συνδετήρες ίσοι με το ελάχιστο ποσοστό οπλισμού πρέπει να περιβάλλουν τουλάχιστον το μισό των ράβδων του εξωτερικού εφελκυόμενου οπλισμού και δεν απαιτείται να περιβάλλουν τους οπλισμούς της θλιβόμενης ζώνης.

Η παράλληλη προς τη στήριξη απόσταση των σκελών οπλισμού διάτμησης σε μία διατομή δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,5d ή τα 800mm.

Ο οπλισμός διάτμησης μπορεί να αποτελείται μόνο από λοξές ράβδους αν:

$V_{Sd} < V_{Rd2}/3$.

Εάν όχι, τότε μόνο συνδετήρες πρέπει να ικανοποιούν την απαίτηση ελάχιστου οπλισμού.

18.1.6.3 Οπλισμός διάτρησης πλακών

Ως οπλισμοί διάτρησης (παρ.13.4.2) μπορούν να ληφθούν υπόψη.

α) Σε περίπτωση συνδετήρων, εκείνοι οι συνδετήρες που περιλαμβάνονται σε μια ζώνη η οποία εκτείνεται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από 1,5d ή 800mm απ'την φορτιζόμενη επιφάνεια. Η συνθήκη (18.5) θα πρέπει να ικανοποιείται για όλες τις διευθύνσεις.
Τα κατακόρυφα μέλη των συνδετήρων θα ξεκινούν από απόσταση το πολύ 0,5d από την παρειά του στύλου, θα απέχουν μεταξύ τους το πολύ 0,75d και θα περιβάλλουν τουλάχιστον ανά μία στρώση τους άνω και κάτω οπλισμούς κάμψης. Οι συνδετήρες μπορούν να τοποθετηθούν σε κύκλο ή ορθογώνιο γύρω από το υποστύλωμα.

β) Σε περίπτωση λοξών ράβδων εκείνες μόνο που διατέμνουν την επιφάνεια, η οποία βρίσκεται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από 2d ή 800mm από την φορτιζόμενη επιφάνεια.

Για να περιορισθεί η πιθανότητα αλυσωτής κατάρρευσης που θα μπορούσε να ξεκινήσει από μια τοπική αστοχία σε διάτρηση, συνιστάται να προβλέπεται στην πλάκα κάτω διαμήκης οπλισμός ο οποίος να διέρχεται από τις διεπιφάνειες πλάκας-υποστυλώματος και να έχει καλή αγκύρωση εκατέρωθεν.

18.1.6.4 Ελεύθερα άκρα πλακών

Κατά μήκος ενός ελεύθερου άκρου μια πλάκα πρέπει να περιέχει

- διαμήκη οπλισμό από δύο τουλάχιστον ράβδους, την μια στην "πάνω" ακμή και την άλλη στην "κάτω" ακμή. Το ελάχιστο εμβαδόν αυτού του οπλισμού είναι 0,005 h^2 για S220 και 0,0025 h^2 για S400 και S500, τουλάχιστον όμως 2 Φ 8
- εγκάρσιο οπλισμό κάθετο προς τον προηγούμενο και του οποίου τα ελεύθερα σκέλη έχουν μήκος τουλάχιστον 2h. Ο ελάχιστος εγκάρσιος οπλισμός είναι ανά μέτρο 4 Φ 8 για S220 και S400 και 4 Φ 6 για S500

18.2 ΠΛΑΚΕΣ ΜΕ ΝΕΥΡΩΣΕΙΣ (Ή ΜΕ ΣΩΜΑΤΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ)

18.2.1 Ορισμός και πεδίο εφαρμογής

Οι πλάκες αυτές συντίθενται από πλακοδοκούς με ελεύθερη απόσταση νευρώσεων το πολύ 750mm.

Γενικώς δεν απαιτείται έλεγχος της πλάκας.

Επιτρέπεται η εφαρμογή τους για αντιπροσωπευτικές τιμές ωφέλιμων φορτίων $q_k \leq 20$ kN/m².

Δεν επιτρέπεται η εφαρμογή τους για πλάκες πάνω στις οποίες κυκλοφορούν οχήματα με φορτίο τροχού μεγαλύτερο από 20KN.

18.2.2 Διέρειστες πλάκες

18.2.2.1 Πλάκες

Το πάχος της πάνω ή της κάτω πλάκας πρέπει να είναι τουλάχιστον το 1/10 της ελεύθερης απόστασης των νευρώσεων ή 50mm.

Η πάνω πλάκα πρέπει να οπλίζεται με σταυροειδή οπλισμό, με διατομή σε κάθε διεύθυνση τουλάχιστον, ίση με το 0.001 της διατομής της πλάκας (S400, S500).

Η κάτω πλάκα πρέπει να οπλίζεται κι αυτή με σταυροειδή οπλισμό, τουλάχιστον ίσον με το 75% του οπλισμού της πάνω πλάκας.

18.2.2.2 Διαμήκεις νευρώσεις

Οι νευρώσεις πρέπει να έχουν πλάτος τουλάχιστον 70mm και ελεύθερο ύψος όχι μεγαλύτερο του τετραπλάσιου του πλάτους. Εφόσον προς τις στηρίξεις διαπλατύνονται οι νευρώσεις, η αύξηση του πλάτους της νευρωσης b_w επιτρέπεται να τίθεται στον υπολογισμό με κλίση το πολύ 1:3.

Ο διαμήκης οπλισμος πρέπει να διανέμεται στις επιμέρους νευρώσεις όσο το δυνατό ομοιόμορφα.

Στη στηριξη μπορεί να κάμπτεται λοξά κάθε δεύτερη ράβδος οπλισμού, εφόσον σε κάθε νεύρωση υπάρχουν 2 ράβδοι τουλάχιστον.

Στις εσωτερικές στηρίξεις συνεχών πλακών επιτρέπεται να λαμβάνεται στον υπολογισμό ως θλιβομενος οπλισμός μόνο ο οπλισμός του ανοίγματος που ειναι μικροτερος από το 0,01 της διατομής του σκυροδέματος. Ο θλιβόμενος οπλισμός πρέπει να εξασφαλίζεται έναντι λυγισμού, π.χ.με συνδετηρες.

Στις νευρώσεις πρέπει να διατάσσονται συνδετήρες οταν η ελεύθερη αποσταση των νευρώσεων είναι μεγαλύτερη απο 400mm.

Στην περιοχή των εσωτερικών στηρίξεων συνεχών πλακών και σε πλακες με ειδικές απαιτήσεις πυρασφαλειας πρέπει να διατάσσονται πάντοτε συνδετηρες.

Σε όλες τις στηριξεις πλακών με νευρώσεις (ή μεσώματα πληρώσεως) πρεπει να κατασκευάζεται συμπαγής λωριδα σκυροδέματος, με πλάτος ίσο προς το 10% του αντιστοιχου θεωρητικού ανοίγματος της πλάκας.

18.2.2.3 Εγκάρσιες νευρώσεις

Σε πλακες με θεωρητικό άνοιγμα μέχρι 6m πρέπει να τοποθετειται τουλαχιστον μια εγκάρσια νεύρωση στο μέσον.

Για θεωρητικά ανοιγματα μεγαλύτερα των 6m πρέπει να τοποθετειται τουλαχιστον μια εγκάρσια νεύρωση ανα 10 h_o, οπου h_o ειναι το συνολικό πάχος της πλακας.

Εάν δεν γινεται ακριβέστερος υπολογισμός (π.χ. εσχαρα δοκών) ο οπλισμος της εγκάρσιας νευρώσεως θα ειναι τουλαχιστον ισος με τον οπλισμό μιας διαμήκους νεύρωσης και θα τοποθετείται και πάνω και κάτω.

Επίσης θα τοποθετούνται συνδετήρες όπως στις διαμήκεις νευρώσεις.

Το ύψος των εγκάρσιων νευρώσεων πρέπει να είναι ίδιο με το ύψος των διαμήκων.

18.2.3 Τετραέρειστες πλάκες

Εφαρμόζονται ανάλογα οι κανόνες για τις διέρειστες πλάκες. Ιδιαίτερα πρέπει να τηρούνται και κατά τις δύο διευθύνσεις οι απαιτήσεις για τις μέγιστες αποστάσεις των νευρώσεων και τις ελάχιστες διαστάσεις νευρώσεων και πλακών, κατά τις παρ.18.2.2.1 έως παρ.18.2.2.3.

Τα εντατικά μεγέθη (και εφόσον ισχύουν οι προϋποθέσεις της παρ.9.1.1) προσδιορίζονται κατά την παρ. 18.1.4. Η ευμενής επίδραση των ροπών συστροφής δεν επιτρέπεται να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό.

18.3 ΔΟΚΟΙ

Το Κεφάλαιο αυτό αφορά δοκούς με απαιτήσεις αντισεισμικότητας.

Στο Κεφάλαιο δίδονται επίσης και διατάξεις που αφορούν δοκούς χωρίς απαιτήσεις αντισεισμικότητας. Δοκοί χωρίς απαιτήσεις αντισεισμικότητας θεωρούνται εκείνες που δεν συμμετέχουν στο σύστημα αναλήψεως σεισμικών δυνάμεων (π.χ. δευτερεύουσες δοκοί που στηρίζονται σε άλλες δοκούς).

Δεν επιτρέπεται η χρήση λείων χαλύβων (S220) ως διαμήκων οπλισμών σε δοκούς με απαιτήσεις αντισεισμικότητας.

18.3.1 Γεωμετρικά στοιχεία

Σε δοκούς με απαιτήσεις αντισεισμικότητας συνίσταται:

α) το πλάτος b_w να ικανοποιεί τις συνθήκες

$$b_w < 2b_c$$

$$b_w < b_c + \frac{h_c}{2}$$

$$b_w \nless 200mm$$

όπου b_c και h_c η διάσταση της διατομής του υποστυλώματος κάθετα και παράλληλα προς τον άξονα της δοκού.

β) ο λόγος ανοίγματος προς ύψος να είναι τουλάχιστον ίσος προς 4

γ) η εκκεντρότητα της δοκού δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 1/4 του πλάτους του υποστυλώματος που τη στηρίζει στη θέση του κόμβου.

18.3.2 Διαμήκεις οπλισμοί

Σε όλες εν γένει τις δοκούς το ελάχιστο ποσοστό

εφελκυομένου διαμήκους οπλισμού (ρ_{min}) πρέπει στο κάτω πέλμα (ή στο άνω πέλμα σε περίπτωση προβόλων) και στις περιοχές στηρίξεων να είναι:

$$\rho_{min} = \frac{1}{2}\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$$

Σε δοκούς με απαιτήσεις αντισεισμικότητας και σε θέσεις στις οποίες υπάρχει πιθανότητα σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων, το μέγιστο ποσοστό εφελκυόμενου διαμήκους οπλισμού (ρ_{max}) πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη συνθήκη:

$$\rho_{max} = 0.65\frac{f_{cd}}{f_{yd}}\frac{\rho'}{\rho}+0.0015 \not> \frac{7}{f_{yd}}$$,

όπου το f_{yd} εκφράζεται σε MPa, τα ρ και ρ' είναι τα ποσοστά του εφελκυόμενου και θλιβόμενου διαμήκους οπλισμού - όταν η θλιβόμενη ζώνη περιέχει και πλάκα (πλακοδοκός) τα ποσοστά οπλισμού ανάγονται σε ορθογωνική διατομή με ισοδύναμο πλάτος.

Η διατομή του διαμήκους οπλισμού σε δοκούς χωρίς απαιτήσεις αντισεισμικότητας, καθώς και εκτός κρισίμων περιοχών σε δοκούς με απαιτήσεις αντισεισμικότητας, δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% της διατομής σκυροδέματος, εκτός περιοχών ενώσεων.

Για δοκούς χωρίς απαιτήσεις αντισεισμικότητας πρέπει τουλάχιστον το 1/4 της διατομής του μεγαλύτερου οπλισμού του ανοίγματος να συνεχίζεται και να αγκυρώνεται κατάλληλα στις στηρίξεις στο κάτω πέλμα (βλ. παρ.17.8.4 και παρ.17.3.5).

Οι παρακάτω κανόνες α έως δ ισχύουν μόνο για δοκούς με απαιτήσεις αντισεισμικότητας:

α) Στις περιοχές πιθανών πλαστικών αρθρώσεων κοντά στα άκρα (σε μήκος $2h_b$ από τις εσωτερικές παρειές στήριξης), το ποσοστό ρ' του θλιβόμενου οπλισμού πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το μισό του εφελκυόμενου οπλισμού στην ίδια διατομή.

β) Σε όλο το μήκος του πάνω πέλματος πρέπει να εκτείνεται τουλάχιστον το 1/4 του μεγαλύτερου από τους οπλισμούς πάνω πέλματος των εκατέρωθεν στηρίξεων.

γ) Σε όλο το μήκος του πάνω και κάτω πέλματος απαιτούνται τουλάχιστον 2 ράβδοι διαμέτρου 12mm/S400.

δ) Σε πλακοδοκούς διατομής Τ ή Γ μονολιθικά συνδεδεμένες με την πλάκα, μπορεί να συνυπολογιστούν στον οπλισμό στηρίξεων, επιπλέον των διαμήκων ράβδων που βρίσκονται μέσα στο πλάτος της δοκού, και οι ράβδοι που βρίσκονται στα τμήματα της πλάκας εκατέρωθεν της δοκού, και εντός πλάτους, από την παρειά του υποστυλώματος ή της δοκού (οποιοδήποτε βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα της δοκού) ίσου με:

I. σε εσωτερικά υποστυλώματα με εγκάρσιες δοκούς παρόμοιου ύψους: 4 φορές το πάχος της πλάκας.

II. σε εξωτερικά υποστυλώματα χωρίς εγκάρσιες δοκ... ς ή τοιχώματα: 2,5 φορές το πάχος της πλάκας.

III. σε εξωτερικά υποστυλώματα με εγκάρσιες δοκούς παρόμοιου ύψους, και εφόσον ο οπλισμός της δοκού αγκυρώνεται εκεί: 2 φορές το πάχος της πλάκας.

IV. σε εξωτερικά υποστυλώματα ή τοιχώματα χωρίς εγκάρσιες δοκούς: μηδέν.

Το συνολικό πλάτος που καθορίζεται παραπάνω δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το συνεργαζόμενο πλάτος της δοκού σύμφωνα με την παρ.8.4.

Οι οπλισμοί αυτοί δεν περιλαμβάνονται στα ελάχιστα ποσοστά οπλισμών.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, τουλάχιστον το 75% του οπλισμού που λαμβάνεται υπόψη στον έλεγχο της καμπτικής αντοχής στη στήριξη, πρέπει να περνά μέσα από ή να αγκυρώνεται μέσα στο πλάτος του υποστυλώματος.

18.3.3 Κρίσιμες περιοχές δοκού

Ως κρίσιμες περιοχές θεωρούνται τα ακραία τμήματα της δοκού με μήκος από τις παρειές στήριξης σε υποστύλωμα ή τοίχωμα 2 φορές το ύψος δοκού.

18.3.4 Οπλισμοί διατμήσεως

Κάθε δοκός θα πρέπει να έχει σ'όλο το μήκος της έναν ελάχιστο αριθμό ανοικτών ή κλειστών συνδετήρων.

Για να εξασφαλισθεί ικανή απομένουσα αντοχή μετά την ρηγμάτωση και πριν απ'την θραύση, απαιτείται ένα ελάχιστο ποσοστό οπλισμού.

Οι συνδετήρες δεν πρέπει να έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 12mm.

Η μέγιστη απόσταση s_{max} μεταξύ διαδοχικών οπλισμών διάτμησης καθορίζεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$0{,}8d \not> 300mm \text{ για } V_{Sd} < \frac{1}{5}V_{Rd2} \qquad (18.6)$$

$$0{,}6d \not> 300mm \text{ για } \frac{1}{5}V_{Rd2} < V_{Sd} \leq \frac{2}{3}V_{Rd2} \qquad (18.7)$$

$$0{,}3d \not> 200mm \text{ για } V_{Sd} > \frac{2}{3}V_{Rd2} \qquad (18.8)$$

Η απόσταση μεταξύ των σκελών ενός συνδετήρα πρέπει να μην είναι μεγαλύτερη από d ή από 500mm, εάν $V_{Sd} < \frac{1}{5}V_{Rd2}$.

Για $V_{Sd} > \frac{1}{5}V_{Rd2}$, εφαρμόζονται οι σχέσεις (18.7) και (18.8).

Στις κρίσιμες περιοχές δοκών με απαιτήσεις αντισεισμικότητας, οι συνδετήρες πρέπει να έχουν διάμετρο τουλάχιστον 8mm και αποστάσεις που

δεν υπερβαίνουν την ελάχιστη από τις εξής τιμές:

α) το 1/3 του ύψους της δοκού,
β) 10 φορές τη διάμετρο της λεπτότερης διαμήκους ράβδου,
γ) 20 φορές τη διάμετρο των συνδετήρων,
δ) 200mm.

Ο πρώτος από τη στήριξη συνδετήρας δεν επιτρέπεται να απέχει από την παρειά στήριξης της δοκού περισσότερο από 50mm.

Ενώσεις του διαμήκους οπλισμού με υπερκάλυψη των άκρων επιτρέπονται μόνο εκτός των κρισίμων περιοχών της δοκού. Οι αποστάσεις συνδετήρων στην περιοχή μιας τέτοιας ένωσης δεν μπορούν να υπερβαίνουν τα 150mm, το τέταρτο του ύψους της δοκού και το οκταπλάσιο της μικρότερης διαμέτρου των ράβδων που ενώνονται.

18.3.5 Αγκύρωση διαμήκους οπλισμού

Δοκοί με απαιτήσεις αντισεισμικότητας πρέπει να ακολουθούν τις εξής διατάξεις αγκύρωσης του διαμήκους οπλισμού:

α) Οι ράβδοι του πάνω και κάτω πέλματος που φθάνουν έως μια ενδιάμεση στήριξη σε υποστύλωμα πρέπει να συνεχίζονται, εφόσον είναι κατασκευαστικά δυνατόν, πέρα από τη στήριξη στο επόμενο άνοιγμα και για μήκος τουλάχιστον ίσο με το μεγαλύτερο απ' τα $l_{b,net}$ και l_{cr} (όπου $l_{cr} = 2h_b$).

β) Οταν δεν είναι κατασκευαστικά δυνατή η ευθύγραμμη συνέχιση των οπλισμών πελμάτων μιας δοκού πέρα από τον κόμβο στήριξης (π.χ. σε ενδιάμεσα υποστυλώματα όπου καταλήγουν ανισοϋψείς δοκοί, ή σε ακραία υποστυλώματα), τότε οι ράβδοι των πελμάτων της δοκού μπορούν να αγκυρώνονται μέσα στον κόμβο δοκού-υποστυλώματος, ως εξής:

- Οι ράβδοι πρέπει να επεκτείνονται όσο γίνεται πιο κοντά στην απέναντι πλευρά του κόμβου, όπου και θα κάμπτονται κατά 90° προς το εσωτερικό του κόμβου (δηλ. οι πάνω ράβδοι προς τα κάτω και οι κάτω προς τα πάνω). Η κάμψη πρέπει να γίνεται με ελάχιστη διάμετρο τυμπάνου 5Φ για Φ<20 και 8Φ για Φ ≥ 20.
- Το μήκος αγκύρωσης, μετρούμενο από απόσταση 5Φ πέρα από το σημείο εισόδου της ράβδου στον κόμβο μέχρι το άκρο του ευθύγραμμου τμήματος της ράβδου, πρέπει να είναι επαρκές για να αναπτύξει η ράβδος τη δύναμη διαρροής της. Σχετικώς και για να ληφθεί υπόψη η ευνοϊκή επιρροή της εγκαρσίας θλίψεως (βλ. παρ. 17.5), επιτρέπεται ο συντελεστής α (Σχήμα 17.1 και Εξίσωση 17.2) να ληφθεί ίσος με α' = α/4 ≮ 0.5.

18.3.6 Οπλισμός σύνδεσης πελμάτων-κορμού πλακοδοκών και τοιχωμάτων.

Απαιτείται ένα ελάχιστο ποσοστό εγκάρσιου οπλισμού σύνδεσης, ο οποίος εξασφαλίζει τη σύνδεση των πελμάτων με τον κορμό μιας δοκού ή ενός τοιχώματος.

18.3.7 Οπλισμοί στρέψης

Οι διατάξεις των παρ.18.3.2 και 18.3.4 που αναφέρονται σε δοκούς χωρίς απαίτηση αντισεισμικότητας ισχύουν για τον διαμήκη οπλισμό και τους κλειστούς συνδετήρες δοκών οι οποίες καταπονούνται σε στρέψη.

Οι αποστάσεις μεταξύ των κλειστών συνδετήρων δεν πρέπει να υπερβαίνουν την τιμή $u_{ef}/8$.

Οι διαμήκεις ράβδοι πρέπει να διατάσσονται έτσι ώστε μια τουλάχιστον ράβδος να τοποθετείται σε κάθε γωνία του συνδετήρα, οι δε υπόλοιπες να κατανέμονται ομοιόμορφα στην εσωτερική περίμετρο του συνδετήρα, κατ' αποστάσεις που δεν υπερβαίνουν τα 350mm.

18.3.8 Φορτία αναρτημένα από τα κάτω

Για φορτία αναρτημένα από τα κάτω οι διατάξεις ανάρτησης, εφόσον τερματίζουν μέσα στο ακυρόδεμα, πρέπει να αγκυρώνονται σαν αναβολείς.

Τα φορτία αυτά μπορούν επίσης να αναρτώνται με προεντεταμένες ράβδους χωρίς σύνδεση, που αγκυρώνονται στην πάνω πλευρά της δοκού.

Οι οπλισμοί ανάρτησης πρέπει να είναι ικανοί να αναλάβουν ολόκληρο το αναρτώμενο φορτίο.

Σε ανεστραμμένες πλακοδοκούς, οι οπλισμοί αναρτήσεως πρέπει να αποτελούνται από κλειστούς συνδετήρες.

18.4 ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

18.4.1 Γενικά

Δεν επιτρέπεται η χρήση λείων χαλύβων (S220) ως διαμήκων οπλισμών σε υποστυλώματα.

18.4.2 Γεωμετρικά στοιχεία

Για να εξασφαλίζεται επαρκής πλαστιμότητα η διατομή του υποστυλώματος πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να πληρούται η συνθήκη

$$v_d = \frac{N_d}{A_c f_{cd}} \not> 0.65$$

για τους συνδυασμούς δράσεων με σεισμό.

Οι διαστάσεις της διατομής υποστυλωμάτων πρέπει να ακολουθούν τους εξής κανόνες:

α) ελάχιστη πλευρά υποστυλώματος τουλάχιστον 200mm,
β) σε γωνιακά ή κύρια υποστυλώματα η μικρότερη πλευρά πρέπει να είναι τουλάχιστον 250mm,
γ) σε γωνιακά υποστυλώματα με διατομή μορφής Γ το κάθε σκέλος πρέπει να έχει πάχος τουλάχιστον 200mm και μήκος τουλάχιστον 350mm.

Υδρορρόες δεν πρέπει κατά κανένα τρόπο να τοποθετούνται μέσα στο υποστύλωμα.

18.4.3 Διαμήκεις οπλισμοί

Ο ελάχιστος συνολικός αριθμός διαμήκων ράβδων είναι τέσσερις για ορθογωνικά υποστυλώματα και έξι για κυκλικά. Στην περίπτωση πολυγωνικών υποστυλωμάτων, τοποθετείται τουλάχιστον μία διαμήκης ράβδος σε κάθε γωνία. Η διάμετρος των διαμήκων ράβδων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 14mm.

Το ποσοστό του διαμήκους οπλισμού πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0,008 και 0,04. Στην περιοχή των ενώσεων με υπερκάλυψη, το ποσοστό του διαμήκους οπλισμού μπορεί να φθάσει στο 0,08.

Το ελάχιστο ποσοστό του οπλισμού ανά πλευρά είναι 0,4% της διατομής του υποστυλώματος.

Οι διαμήκεις οπλισμοί πρέπει να συγκρατούνται από συνδετήρες και διατάσσονται κατά μήκος της περιμέτρου της διατομής έτσι ώστε η απόστασή τους να μην ξεπερνά τα 200mm. Εξαίρεση της απαίτησης αυτής επιτρέπεται σε υποστυλώματα με πλευρά 300mm όπου επιτρέπεται να τοποθετούνται ράβδοι μόνο στις γωνίες αυτής της πλευράς.

18.4.4 Εγκάρσιοι οπλισμοί (Συνδετήρες κλειστοί)

18.4.4.1 Γενικά

Οι διαμήκεις οπλισμοί πρέπει να συγκρατούνται από συνδετήρες, με μικρή κατά το δυνατόν διάμετρο.

Για μεγάλα υποστυλώματα η συγκράτηση μπορεί να γίνει με την βοήθεια σιγμοειδούς οπλισμού (σύνδεσμοι), με άγκιστρα σύμφωνα με την παρ.17.9.1.

Γενικά η διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 6mm ή από το 1/4 της μέγιστης διαμέτρου των διαμήκων ράβδων. Η μεταξύ τους απόσταση δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

- 12 φορές την ελάχιστη διάμετρο των διαμήκων ράβδων,
- τη μικρότερη πλευρά του υποστυλώματος,
- 300mm

Σε κυκλικά υποστυλώματα η σωστή συγκράτηση μπορεί να επιτευχθεί με την βοήθεια κυκλικών συνδετήρων ή σπειροειδούς οπλισμού, οι οποίοι περιβάλλουν τις διαμήκεις ράβδους ή δέσμες ράβδων.

Οι εξωτερικοί συνδετήρες ενός υποστυλώματος πρέπει να κλείνουν σύμφωνα με το Σχ.Σ 18.19.α).

Οι εσωτερικοί συνδετήρες μπορούν να κλείνουν σύμφωνα με το Σχ.Σ 18.19 β).

Οι συνδετήρες κυκλικών υποστυλωμάτων πρέπει να κλείνουν σύμφωνα με το Σχ.Σ 18.19.γ).

Ειδικώς στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων, η διάμετρος του εγκάρσιου οπλισμού δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 8 mm ή από το 1/3 της μέγιστης διαμέτρου διαμήκους ράβδου. Η μεταξύ τους απόσταση δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από:

- 8 φορές την ελάχιστη διάμετρο των διαμήκων ράβδων,
- 50% της μικρότερης πλευράς του υποστυλώματος
- 100 mm.

Όταν οι ενώσεις με υπερκάλυψη των διαμήκων ράβδων γίνονται μέσα στις κρίσιμες περιοχές, η μέγιστη απόσταση των συνδετήρων περιορίζεται σε 4 φορές την ελάχιστη διάμετρο των διαμήκων ράβδων.

18.4.4.2 Οπλισμός περίσφιγξης

Στις κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων θα πρέπει να υφίσταται ικανοποιητικός οπλισμός περίσφιγξης. Η διάταξη αυτή αφορά μόνο υποστυλώματα αμιγών πλαισιακών φορέων και όχι υποστυλώματα σε κτίρια με κατάλληλα διαμορφωμένο μικτό σύστημα σύμφωνα με την παράγρ. 4.1.4.2.β του ΝΕΑΚ με την προϋπόθεση όμως ότι ο λόγος n_v της σχέσης 4.8 του ΝΕΑΚ είναι > 0,60.

α) Ο οπλισμός περίσφιγξης οφείλει να είναι επαρκής:
- Για την αντιστάθμιση της απώλειας εμβαδού διατομής σκυροδέματος έξω απ' τους συνδετήρες, μετά την υπέρβαση της κρίσιμης παραμόρφωσης του μη-περισφιγμένου σκυροδέματος ("αποφλοίωση").
- Για την πρόσδοση αρκετής ικανότητας πλαστικής στροφής της κρίσιμης περιοχής του υποστυλώματος ("πλαστιμότητα"), έτσι ώστε η στροφή αυτή να είναι συμβιβαστή με την προεκτιμηθείσα στάθμη συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του δομήματος, όπως εκφράζεται απ' τον δείκτη σεισμικής συμπεριφοράς που έχει προ-επιλεγή.

β) Εάν δεν διατίθεται αναλυτικότερη αιτιολόγηση στηριγμένη στη διεθνή βιβλιογραφία και εμπειρία, η πρόβλεψη του οπλισμού περίσφιξης θα γίνεται ως εξής:

(i) Το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό του οπλισμού περίσφιγξης

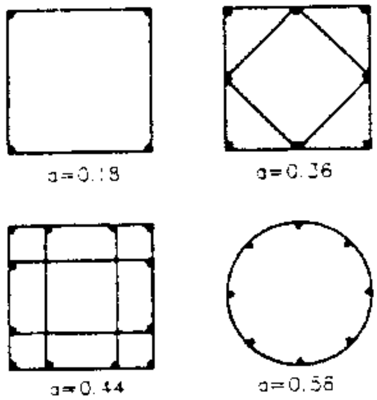
$$\omega_{wd} = \frac{\text{όγκος κλειστών συνδετήρων}}{\text{όγκος σκυροδέματος πυρήνα}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

οφείλει να ικανοποιεί την παρακάτω σχέση:

$$\omega_{wd} = \frac{1}{a}\,\frac{2}{3}v_d\left(0.35\,\frac{A_c}{A_o} + 0.15\right) \nless 0.10$$

όπου :

α = συντελεστής αποδοτικότητας περίσφιγξης εξαρτώμενος απ' τη διάταξη των συνδετήρων, όταν s/b_o=1/2.



A_c : το εμβαδόν ολοκλήρης της διατομής σκυροδέματος του υποστυλώματος

A_o : το εμβαδόν της διατομής του περισφιγμένου σκυροδέματος ("πυρήνας")

$v_d = \frac{N_{Sd}}{A_c f_{cd}}$ ανηγμένο αξονικό φορτίο το οποίο σε κάθε περίπτωση οφείλει να πληροί την συνθήκη $v_d \nleq 0.55$

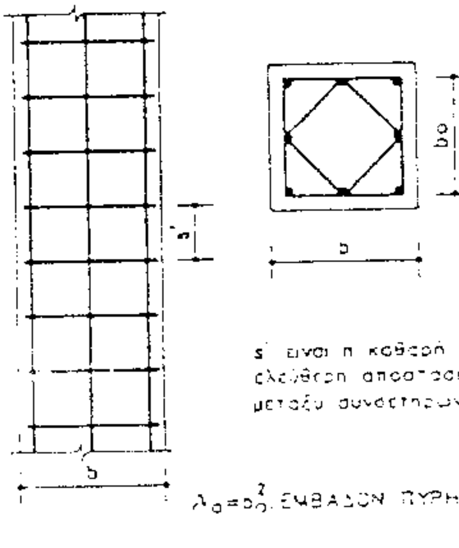
N_{Sd} : η τιμή σχεδιασμού του μεγίστου θλιπτικού φορτίου κατά την σεισμική δράση σχεδιασμού.

(ii) Σε κάθε περίπτωση, η απόσταση ανάμεσα στις διαδοχικές στρώσεις συνδετήρων οφείλει να είναι επαρκής για την άνετη ροή νωπού σκυροδέματος μέσα και έξω από τον κλωβό του οπλισμού. Επίσης, η διάμετρος και η κατηγορία του χάλυβα περίσφιγξης πρέπει να επιλέγεται με κριτήριο την ικανότητα μόρφωσής του στα ακριβή σχήματα που απαιτεί αυτός εδώ ο Κανονισμός.

Παραλλήλως ισχύουν και οι απαιτήσεις της παρ. 18.4.4.1 που καλύπτουν τον κίνδυνο λυγισμού του κυρίου οπλισμού.

Επισημαίνεται ότι:

1) Στην περίπτωση που ο λόγος s'/b_o είναι μικρότερος του 1/2, ο συντελεστής "α" μπορεί να ληφθεί ίσος με: $a' = 18\left(1 - \frac{1}{2}\frac{s'}{b_o}\right)^2 a$



s' είναι η καθαρή ελεύθερη απόσταση μεταξύ συνδετήρων

$A_o = b_o^2$: ΕΜΒΑΔΟΝ ΠΥΡΗΝΑ

$A_c = b^2$: ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

2) Στην περίπτωση ορθογωνικών υποστυλωμάτων πρέπει ο πυρήνας τους να περισφίγγεται με περίπου τετραγωνικές ή κυκλικές διατάξεις συνδετήρων και συνδέσμων σύμφωνα με τα προηγούμενα, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη περίπου περίσφιγξη ολόκληρου του πυρήνα.

Η αποδοτική περίσφιγξη αντιστοιχεί σε μία αξονοσυμμετρική τριαξονική εντατική κατάσταση $|\sigma_1| > |\sigma_2 = \sigma_3|$. Για την πραγματοποίησή της απαιτούνται δύο προϋποθέσεις α) Η διάταξη των συνδετήρων είναι όσο γίνεται πλησιέστερη προς τον κύκλο ή το τετράγωνο, έστω κι αν η διατομή του φέροντος στοιχείου είναι ορθογωνική. β) Εξάλλου, τα προς κάθε κατεύθυνση γεωμετρικά ποσοστά συνδετήρων οφείλουν να είναι ίσα ($\rho_x = \rho_y$).

Μόνο υπό αυτές τις προϋποθέσεις υπολογίζεται το ογκομετρικό μηχανικό ποσοστό ω_{wd} της παρ. βi: $\omega_{wd} = (\rho_x + \rho_y)\frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 2\rho_x\frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 2\rho_y\frac{f_{yd}}{f_{cd}}$.

Αν $\rho_x \neq \rho_y$, στον υπολογισμό του ω_{wd} θα ληφθεί υπόψη η μικρότερη των δύο αυτών τιμών, δηλ.:

$\omega_{wd} = 2\rho_{min}\frac{f_{yd}}{f_{cd}}$.

18.4.4.3

Οι εγκάρσιοι οπλισμοί των κρισίμων περιοχών υποστυλωμάτων (βλ. παρ. 18.4.5) πρέπει να συνεχίζουν και στην περιοχή των κόμβων.

18.4.5 Κρίσιμες περιοχές υποστυλώματος

Ορίζονται ως κρίσιμες περιοχές υποστυλώματος:

α) Οι ακραίες περιοχές του υποστυλώματος πάνω και κάτω από τους κόμβους, σε απόσταση από την παρειά του κόμβου η οποία ισούται με το μεγαλύτερο από:
- το 1/6 του καθαρού ύψους ορόφου,
- τη μεγαλύτερη διάσταση της διατομής του υποστυλώματος,
- 450mm.

β) Όταν υπάρχει τοίχος απ' τη μία πλευρά υποστυλώματος, τότε όλο το ύψος του θεωρείται κρίσιμο. Το ίδιο ισχύει για τα γωνιακά υποστυλώματα, τα οποία έχουν τοίχο απ' τη μία τους πλευρά κατά x ή και κατά y. Όταν ένα υποστύλωμα έχει απ' τη μία ή και απ' τις δύο μεριές του τοίχο, ο οποίος δεν εκτείνεται σε όλο το ύψος του ορόφου, το σύνολο του ύψους του θεωρείται κρίσιμο.

γ) Όταν το υποστύλωμα συνδέεται με τοίχωμα με μέρος του ύψους του τότε κρίσιμο θεωρείται όλο το υπόλοιπο ύψος.

18.4.6 Αγκυρώσεις διαμήκους οπλισμού

Σε υποστυλώματα με απαιτήσεις αντισεισμικότητας η αγκύρωση ράβδων μέσα στον κόμβο με μία δοκό πρέπει να ακολουθεί τις εξής οδηγίες:

Η προς αγκύρωση ράβδος πρέπει να εκτείνεται όσο γίνεται πιο κοντά στην απέναντι πλευρά του κόμβου, όπου θα κάμπτεται κατά 90° προς το εσωτερικό του κόμβου (δηλ. οι ράβδοι της δεξιάς πλευράς του υποστυλώματος προς τα αριστερά και αυτές της αριστερής προς τα δεξιά). Το μήκος αγκύρωσης ξεκινά από απόσταση 5Φ μετά την είσοδο της ράβδου στον κόμβο και υπολογίζεται με συντελεστή $a' = a/1.4 \nless 0.5$ (βλ. παρ. 18.3.5).

18.4.7 Υποστυλώματα με σπειροειδή οπλισμό

Για τα θλιβόμενα στοιχεία με σπειροειδή οπλισμό ισχύουν οι διατάξεις των παρ.18.4.1 έως και 18.4.5 που συμπληρώνονται με τις παρακάτω διατάξεις:

α) Η διάμετρος της διατομής του πυρήνα δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από 250mm.

β) Ο ελάχιστος συνολικός διαμήκης οπλισμός είναι το 0.01 και ο μέγιστος το 0.04 του εμβαδού της διατομής του πυρήνα.

Στις περιοχές των ενώσεων με υπερκάλυψη το μέγιστο ποσοστό οπλισμού είναι 0.08.

Ο ελάχιστος αριθμός διαμήκων ράβδων είναι 6, οι οποίες κατανέμονται ομοιόμορφα στην περίμετρο.

γ) Το βήμα της σπείρας επιτρέπεται να είναι το πολύ 80mm ή το ένα πέμπτο της διαμέτρου του πυρήνα, η δε διάμετρός της τουλάχιστον 5mm.

δ) Τα άκρα της σπείρας, ακόμη και στις περιοχές των ενώσεων με υπερκάλυψη, πρέπει να κάμπτονται προς τα μέσα υπό μορφή ορθογωνικού αγκίστρου ή να συγκολλώνται στη γειτονική σπείρα.

ε) Η σπείρα πρέπει να εκτείνεται και στην περιοχή των κόμβων.

18.5 ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

18.5.1 Γεωμετρικά στοιχεία τοιχωμάτων

Τοιχώματα θεωρούνται τα κατακόρυφα στοιχεία στα οποία η περίσφιξη δεν απαιτείται σε όλο το μήκος τους.

Απλοποιητικά, ένα κατακόρυφο στοιχείο θεωρείται τοίχωμα όταν το μήκος του, l_w, είναι τουλάχιστον 100cm και τετραπλάσιο του πλάτους b.

Τοιχώματα που καταλήγουν σε υποστυλώματα πρέπει να έχουν πάχος b τουλάχιστον 150mm. Στις άλλες περιπτώσεις πρέπει να έχουν πάχος b τουλάχιστον 250 mm.

Σε κάθε περίπτωση, το πάχος δεν μπορεί να είναι μικρότερο από το 1/20 του ύψους ορόφου.

Πρέπει να αποφεύγονται μη κανονικά τοποθετημένα ανοίγματα στα τοιχώματα, εκτός αν η επιρροή τους στη συμπεριφορά του τοιχώματος είναι αμελητέα ή λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό.

18.5.2 Κρίσιμη περιοχή τοιχώματος

Ως κρίσιμη περιοχή H_{cr} θεωρείται το τμήμα του τοιχώματος μέχρις ύψους (από τη θεμελίωση) τουλάχιστον ίσου με το μέγιστο των l_w και $H_w/6$, όπου H_w το συνολικό ύψος από τη θεμελίωση έως την κορυφή του τοιχώματος.

Σε κάθε περίπτωση η κρίσιμη περιοχή καλύπτει ολόκληρο το ύψος του κάτω ορόφου, πλέον του τυχόν υπάρχοντος υπογείου.

18.5.3 Κατακόρυφοι οπλισμοί τοιχωμάτων

Δεν επιτρέπεται η χρήση λείων χαλύβων (S220) ως κατακόρυφων οπλισμών τοιχωμάτων.

α) Κορμός

Η ελάχιστη διάμετρος του κατακόρυφου οπλισμού τοιχώματος είναι 10mm.

Η μέγιστη διάμετρος των κατακόρυφων ράβδων δεν μπορεί να υπερβαίνει το 1/10 του πάχους του τοιχώματος.

Στον κορμό του τοιχώματος, μεταξύ των ακραίων περιοχών, το ποσοστό του κατακόρυφου οπλισμού δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 0.0025 στις κρίσιμες περιοχές και από 0.0015 εκτος των κρισίμων περιοχών. Ο οπλισμός αυτός πρέπει να σχηματίζει με τις οριζόντιες ράβδους 2 εσχάρες, μία κοντά σε κάθε όψη του τοιχώματος, οι οποίες να συνδέονται με εγκάρσιο σιγμοειδή οπλισμό 4 Φ $8/m^2$ (S220). Σε κάθε εσχάρα η απόσταση δύο γειτονικών κατακόρυφων ράβδων θα είναι $s \leq$ 300mm, πλην της κρίσιμης περιοχής στη βάση του τοιχώματος όπου πρέπει $s \leq 200$mm.

β) Ακρα

Οι ακραίες περιοχές των κρισίμων περιοχών τοιχωμάτων πρέπει να διαμορφώνονται και να οπλίζονται σαν υποστυλώματα σε μήκος από το άκρο του τοιχώματος τουλάχιστον 1.5b ή $0.15 l_w$, ή όπου η ανηγμένη θλιπτική παραμόρφωση σκυροδέματος ε_c είναι μεγαλύτερη από 0.2%. Στις ακραίες αυτές περιοχές ο κατακόρυφος οπλισμός πρέπει να είναι μεταξύ 0,008 και 0,04 της αντίστοιχης διατομής σκυροδέματος του υποτιθέμενου υποστυλώματος.

Για τον υπολογισμό της περισφίγξεως (παρ. 18.4.4.2) θα λαμβάνεται υπόψη για κάθε άκρο τοιχώματος ενεργή αξονική δύναμη ίση με

$N_{eff} = 2/3\ (N_{sd}/2 + M_{sd}/z)$,

όπου z η απόσταση των κέντρων των περισφιγμένων άκρων.

Εκτός κρισίμων περιοχών (και εφόλου του ύψους) συνιστάται όπως συνεχίζεται η διαμόρφωση ακραίων υποστυλωμάτων με διαμήκεις και εγκάρσιους οπλισμούς σύμφωνα με τις παρ. 18.4.3 και 18.4.4.1 αντιστοίχως.

18.5.4 Διασταυρούμενα τοιχώματα

Στις περιπτώσεις που υπάρχουν πέλματα στα άκρα των τοιχωμάτων πρέπει η περίσφιξη που προβλέπεται για το άκρο του τοιχώματος να επεκτείνεται εφ'όλου του συνεργαζόμενου πλάτους του πέλματος εφόσον η ανηγμένη θλιπτική παραμόρφωση σκυροδέματος στο πέλμα είναι μεγαλύ-

τερη από 0.2%.

Η σύνδεση τοιχώματος-πέλματος πρέπει να ελέγχεται για διατμητική τέμνουσα δύναμη σύμφωνα με την παρ. 11.3.

18.5.5 Ενώσεις κατακόρυφων ράβδων τοιχωμάτων

Πρέπει να αποφεύγεται η ένωση των κατακορύφων ράβδων με υπερκάλυψη στην κρίσιμη περιοχή του τοιχώματος. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, επιτρέπεται ένωση του 30% το πολύ των κατακόρυφων ράβδων στις περιοχές αυτές. Δύο ενώσεις θεωρούνται ότι γίνονται στην ίδια θέση όταν απέχουν, στην κατακόρυφη διεύθυνση, λιγότερο από το διπλάσιο του μήκους υπερκάλυψης.

18.5.6 Οριζόντιοι οπλισμοί τοιχωμάτων

Οι οριζόντιοι οπλισμοί κορμού θα τοποθετούνται προς την εξωτερική πλευρά του τοιχώματος και θα αγκυρώνονται κατάλληλα. Η ελάχιστη διάμετρος του οριζόντιου οπλισμού τοιχώματος είναι 8 mm. Οι απαιτήσεις για το ελάχιστο ποσοστό τους, τη μέγιστη διάμετρό τους και τις μέγιστες αποστάσεις τους είναι οι ίδιες με τις αντίστοιχες του κατακόρυφου οπλισμού κορμού του τοιχώματος μεταξύ των ακραίων περιοχών.

18.5.7 Αρμοί διακοπής εργασίας τοιχωμάτων

Στους αρμούς διακοπής εργασίας, το ποσοστό κατακόρυφου οπλισμού πρέπει να είναι αρκετό για να αντικαταστήσει όλη την αντοχή του σκυροδέματος, δίνεται δε από τη σχέση:

$$\rho_v = \frac{A_{s,tot}}{A_g} = \frac{\left(1.3 f_{ctm} - 0.7 \dfrac{N_d}{A_g}\right)}{f_{yk}} \geq 0.0025 \qquad (18.9)$$

όπου το $A_{s,tot}$ περιλαμβάνει και τον κατακόρυφο οπλισμό των ακραίων στοιχείων, το A_g είναι η ευρύτερη περιοχή της συνεργαζόμενης διατομής, συμπεριλαμβανόμενων και των συνοριακών στοιχείων, και N_d η ελάχιστη θλιπτική δύναμη του τοιχώματος, θεωρούμενη θετική για θλίψη.

18.5.8 Ανοίγματα σε τοιχώματα

Τυχόν ανοίγματα σε τοιχώματα πρέπει να έχουν κατάλληλη διάταξη και μικρή συνολική επιφάνεια ώστε να μην παρεμποδίζουν την καμπτική λειτουργία του τοιχώματος. Τα ανοίγματα λαμβάνονται υπόψη κατά τον έλεγχο του τοιχώματος έναντι διάτμησης. Γενικώς απαιτείται η τοποθέτηση πρόσθετων οπλισμών γύρω από το άνοιγμα.

Ειδικότερα, στα οριζόντια στοιχεία σύνδεσης (υπέρθυρα) συζευγμένων τοιχωμάτων που χωρίζονται με μια ή περισσότερες στήλες ανοιγμάτων, ολόκληρη η ένταση σεισμού (τέμνουσα και ροπή) παραλαμβάνεται με κατάλληλους διαδιαγώνιους οπλισμούς, εκτός εάν ισχύουν οι σχέσεις (18.10) και (18.11):

$$\tau_d < 2\,\frac{l}{h}\,\tau_{Rd}, \qquad \tau_d = \frac{V_{Sd}}{bh} \qquad (18.10)$$

$$\rho' = \rho < \frac{1}{4}\,\frac{l}{h}\sqrt{f_{ck}/f_{yk}} \qquad (18.11)$$

όπου l, h και ρ το μήκος, το ύψος, και το ποσοστό οπλισμού κάμψης των οριζόντιων στοιχείων σύνδεσης.

Οι διαδιαγώνιοι οπλισμοί πρέπει να περιβάλλονται από συνδετήρες ή σπείρες με αποστάσεις ή βήματα όχι μεγαλύτερα από 100mm. Το μήκος αγκύρωσης των διαδιαγώνιων οπλισμών θα είναι αυξημένο κατά 50%.

Οι οριζόντιοι οπλισμοί θα υπολογίζονται για τη ροπή κάμψης για όλες τις μη σεισμικές δράσεις και θα είναι τουλάχιστον 2 Φ 16, άνω και κάτω (S400).

Επίσης, σε κάθε παρειά τοποθετούνται διαμήκεις ράβδοι Φ10/200mm (S400). Το σύνολο περιβάλλεται με κλειστούς συνδετήρες Φ10/200mm (S220).

18.6 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ (ΣΥΝΗΘΩΝ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ)

18.6.1 Περιμετρικά τοιχεία υπογείων

Για τα πάχη των στοιχείων αυτών ισχύουν ότι και για τα τοιχώματα.

Οι οπλισμοί πρέπει να είναι υψηλής συναφείας και να σχηματίζουν δύο εσχάρες, μία κοντά σε κάθε όψη του τοιχείου, οι οποίες να συνδέονται με εγκάρσιο σιγμοειδή οπλισμό τουλάχιστον 4Φ8/m^2. Το ποσοστό του κατακόρυφου και του οριζόντιου οπλισμού δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 0.002. Σε κάθε εσχάρα, η απόσταση δύο γειτονικών ράβδων κατακόρυφων ή οριζόντιων θα είναι $s \leq 200$mm. Η μέγιστη διάμετρος όλων των ράβδων δεν μπορεί να υπερβαίνει το 1/10 του πάχους του τοιχώματος. Η ελάχιστη διάμετρος των ράβδων, σε περίπτωση χρησιμοποίησης δομικών πλεγμάτων, είναι 5 mm.

Σε περιπτώσεις ελεύθερων άκρων ή διασταυρώσεων τοιχωμάτων, θα γίνεται διαμόρφωση υποστυλωμάτων.

Τα πέδιλα των τοιχείων υπογείου, εάν δεν αποτελούν στοιχεία γενικότερης θεμελιώσεως υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων, θα έχουν πλάτος τουλάχιστον 3 b_w ή 600 mm και ύψος τουλάχιστον 1.5b_w ή 300 mm, και θα οπλίζονται με εσχάρα οπλισμού min. Φ12 (S400 ή S500) ανά max.150 mm.

18.6.2 Πέδιλα υποστυλωμάτων/τοιχωμάτων

Το ελάχιστο πλάτος και ύψος πεδίλου είναι ίσο με

$b_{min}, h_{min} \geq 0.70$ m

Η όπλιση των πεδίλων γίνεται με εσχάρες τουλάχιστον Φ12 (S400 ή S500) ανά max 150 mm.

18.6.3 Συνδετήριες δοκοί

Οι συνδετήριες δοκοί θα διατάσσονται σε στάθμη κάτω από τον "λαιμό" των πεδίλων.

Η διατομή σκυροδέματος και ο συνολικός οπλισμός των συνδετηρίων δοκών θα υπολογίζεται έτσι ώστε να αναλαμβάνεται ασφαλώς αξονικό φορτίο ίσο με το φορτίο που προσδιορίζεται από την παρ. 5.2.4.2 του ΝΕΑΚ.

Οι ελάχιστες διαστάσεις και ο ελάχιστος οπλισμός των συνδετηρίων δοκών είναι:

* Για n ≤ 3
  0.25/0.40 m, 0.4% άνω και 0.4% κάτω
  ή min 3-3Φ14 (S400 ή S500)
  συνδ. Φ10/200(S220)
* Για n ≥ 4
  0.25/0.60 m, 0.4% άνω και 0.4% κάτω
  ή min 3-3Φ16 (S400 ή S500)
  συνδ. Φ10/150(S220)

όπου n ο αριθμός ορόφων πέραν του τυχόν υπάρχοντος υπογείου.

Οι συνδετήριες δοκοί είναι δοκοί με απαιτήσεις αντισεισμικότητας. Έτσι, όλες οι διατάξεις της παρ. 18.3, και κυρίως εκείνες που αφορούν την μόρφωση και όπλιση κρισίμων περιοχών, της αγκύρωσης οπλισμών, κ.ά., ισχύουν και για τις συνδετήριους δοκούς.

Στις περιπτώσεις της παρ. 5.2.4.2 [3] του ΝΕΑΚ που επιτρέπεται η αντικατάσταση των συνδετηρίων δοκών με ενιαία πλάκα, το πάχος της πλάκας αυτής πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.20m.

Ο ελάχιστος οπλισμος της πλακας θα αποτελείται αφ'ενός από δύο εσχάρες οπλισμού Φ10 ανά 0.20m στο άνω και κάτω πέλμα και αφ'ετέρου από τον οπλισμό που θα απαιτείτο στις θέσεις των αντίστοιχων συνδετηρίων δοκών που παραλείπονται.

18.6.4 Πεδιλοδοκοί

Για το πλάτος και ύψος των πεδιλοδοκών, ισχύουν οι ελάχιστες απαιτήσεις των μεμονωμένων πεδίλων (βλ. παρ. 18.6.2).

Οι πεδιλοδοκοί είναι δοκοί με απαιτήσεις αντισεισμικότητας. Έτσι, όλες οι διατάξεις περί δοκών (παρ. 18.3) ισχύουν και για τις πεδιλοδοκούς. Επιπροσθέτως συνιστάται όπως εφ' όλου του μήκους τους ισχύει ρ=ρ' και όπως διατάσσεται πρόσθετος καθ'ύψος οπλισμός για έλεγχο της ρηγμάτωσης (παρ. 15.5 και 15.6).

19. ΕΚΛΟΓΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

19.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το Κεφάλαιο αυτό αφορά τις αρχές που πρέπει να τηρούνται στην εκλογή και παραγγελία των απαιτούμενων υλικών.

19.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Θα πρέπει να συμφωνούν με τις μεθόδους που αναγράφονται στον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ.) εφόσον δεν ρυθμίζονται στον προκείμενο κανονισμό.

19.3 ΧΑΛΥΒΕΣ ΓΙΑ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

19.3.1 Γενικά

Ως οπλισμοί στοιχείων από ωπλισμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιούνται μόνον οι χάλυβες που καθορίζονται στη μελέτη και συμφωνούν με τα τεύχη έγκρισης.

Η επιφάνεια των χαλύβων μπορεί να καλύπτεται με στρώση αντιδιαβρωτικής προστασίας. Η εφαρμογή αυτής της προστασίας πρέπει να λαβαίνεται καταλλήλως υπόψη αν μειώνει τα μηχανικά χαρακτηριστικά ή την συνάφεια των χαλύβων.

19.3.2 Συγκολλησιμότητα

Η συγκολλησιμότητα των οπλισμών εξαρτάται κυρίως από τη μέθοδο παραγωγής (θερμή εξέλαση ή ψυχρή κατεργασία), από την χημική σύνθεση και από την διάμετρο.

19.4 ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Για την επιβολή προέντασης επιτρέπεται η χρήση μόνο των τενόντων (σύρματα, ράβδοι, συρματόσχοινα), αγκυρώσεων, συνδέσμων και σωλήνων, οι οποίοι καθορίζονται στη μελέτη και συμφωνούν με τα τεύχη έγκρισης.

19.5 ΕΝΘΕΜΑΤΑ

Ενθέματα ενσωματωμένα σε φέρουσες κατασκευές από ωπλισμένο σκυρόδεμα δεν πρέπει να προκαλούν ανεπιθύμητες αλλαγές στην συμπεριφορά και την αντοχή του έργου.

20. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

20.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο Κεφάλαιο αυτό ορίζονται οι βασικοί σκοποί που πρέπει να επιτυγχάνονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Όλο το προσωπικό που ασχολείται με την παραγωγή του σκυροδέματος και την εκτέλεση των εργασιών πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο για την εργασία την οποία θα εκτελέσει.

20.2 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Για τα θέματα τα σχετικά με

- την μεταφορά και αποθήκευση των υλικών του σκυροδέματος,
- την παρασκευή,
- την μεταφορά και διάστρωση, και
- την συντήρηση του σκυροδέματος

ισχύουν οι αντίστοιχες διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ.) εφ'όσον δεν ρυθμίζονται στον προκείμενο Κανονισμό.

20.2.1 Θερμική επεξεργασία του σκυροδέματος

Η θερμική επεξεργασία για επιτάχυνση της σκλήρυνσης του σκυροδέματος πρέπει να είναι γνωστή κατά την φάση της μελέτης του έργου, δεδομένου ότι διάφορα άρθρα αυτού του Κανονισμού πρέπει να προσαρμοσθούν έτσι ώστε να ληφθεί υπόψη η προτεινόμενη θερμική επεξεργασία.

20.3 ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΞΥΛΟΤΥΠΟΙ

20.3.1 Γενικά

Τα ικριώματα και οι ξυλότυποι έχουν τρεις κύριους σκοπούς

- δίνουν στο σκυρόδεμα την μορφή του,
- παρέχουν τα μέσα για να προκύψει η απαιτούμενη διαμόρφωση και εμφάνιση των επιφανειών,
- στηρίζουν τον φορέα μέχρις ότου μπορέσει να φέρει φορτία.

Πρέπει να υπολογίζονται και να κατασκευάζονται έτσι ώστε να φέρουν ασφαλώς τα φορτία κατά την κατασκευή, να επιτρέπουν τις τυχόν απαραίτητες παραμορφώσεις και να συμφωνούν με τις ανοχές διαστάσεων που προδιαγράφονται για την κατασκευή.

20.3.2 Κατασκευή ικριωμάτων και ξυλοτύπων

α) Οι στηρίξεις στο έδαφος, τα ικριώματα και οι ξυλότυποι πρέπει να κατασκευάζονται από ειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα με τα σχέδια και τις προδιαγραφές.

β) Οι αρμοί των στοιχείων του σανιδώματος πρέπει να στεγανοποιούνται κατάλληλα.

γ) Οι εσωτερικές παρειές των ξυλοτύπων πρέπει να είναι καθαρές. Εγκεκριμένα υλικά αποκόλλησης των ξυλοτύπων πρέπει να τοποθετούνται σε συνεχείς ομοιόμορφες στρώσεις. Το σκυρόδεμα πρέπει να διαστρώνεται σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρονικό διάστημα από την εφαρμογή των υλικών αυτών και όσο αυτά διατηρούν την αποτελεσματικότητά τους.

20.3.3 Αφαίρεση ικριωμάτων και ξυλοτύπων

20.3.3.1 Χρόνος αφαίρεσης ικριωμάτων και ξυλοτύπων

Τα ικριώματα ή οι ξυλότυποι επιτρέπεται να αφαιρούνται μόνο όταν το σκυρόδεμα έχει σκληρυνθεί επαρκώς, δηλαδή το σκυρόδεμα θεωρείται επαρκώς σκληρυνθέν όταν το δομικό στοιχείο έχει αναπτύξει τέτοια αντοχή, ώστε να μπορεί να παραλάβει με την απαιτούμενη ασφάλεια όλα τα κατά τον χρόνο της αφαίρεσης των ικριωμάτων ή ξυλοτύπων επιβαλλόμενα φορτία.

Ιδιαίτερη προσοχή επιβάλλεται για τα δομικά στοιχεία, τα οποία αμέσως μετά την αφαίρεση των ικριωμάτων παραλαμβάνουν σχεδόν το σύνολο των φορτίων του υπολογισμού.

Εάν η εξέλιξη της σκλήρυνσης δεν παρακολουθείται με δοκίμια, οι ξυλότυποι δεν θα αφαιρούνται πριν από τις ημέρες που δίνονται στον Πίνακα 20.1, και οι οποίες θεωρούνται βασικές τιμές χρόνου αφαίρεσης.

Στοιχεία Κατασκευής	Τύπος Τσιμέντου	
	I	II
Πλευρικά δοκών, πλακών, υποστυλωμάτων, τοιχείων	2 ημ.	3 ημ.
Ξυλότυποι πλακών	5 ημ.	8 ημ.
Ξυλότυποι δοκών και πλακών ανοίγματος >5m	10 ημ.	16 ημ.
Ικριώματα (υποστύλωση) δοκών, πλαισίων και πλακών ανοίγματος > 5 m	28 ημ.	28 ημ.

Πίνακας 20.1
Χρόνοι αφαίρεσης των ξυλοτύπων
(βασικές τιμές)

Ειδικές μέθοδοι σκυροδέτησης και ειδικά σκυροδέματα μπορεί να απαιτούν ιδιαίτερο χρόνο αφαίρεσης των ξυλοτύπων.

Οι ξυλότυποι των υποστυλωμάτων, βάθρων και τοιχωμάτων πρέπει να αφαιρούνται πριν από τους ξυλότυπους των δοκών και πλακών, τις οποίες στηρίζουν. Ικριώματα, υποστυλώματα ξυλοτύπων και φέροντες ξυλότυποι πλακών (φορείς ξυλοτύπων) πρέπει να απομακρύνονται προσεκτικά με χαλάρωση των μηχανισμών συγκράτησης.

Δεν επιτρέπεται η χαλάρωση με κρούσεις και η βίαιη αφαίρεσή τους. Πρέπει να αποφεύγονται οι κραδασμοί.

20.3.3.2 Βοηθητικά υποστυλώματα

Για να περιοριστούν οι παραμορφώσεις από ερπυσμό και συστολή ξήρανσης, πρέπει να παραμένουν βοηθητικά υποστυλώματα ή να τοποθετούνται αμέσως μετά την αφαίρεση των ξυλοτύπων.

Τα βοηθητικά υποστυλώματα πρέπει να παραμένουν όσο το δυνατόν περισσότερο, ιδίως σε δομικά στοιχεία,τα οποία αμέσως μετά την αφαίρεση των ξυλοτύπων παραλαμβάνουν μεγάλο τμήμα του φορτίου υπολογισμού, ή στα οποία αφαιρούνται πρόωρα οι ξυλότυποι. Τα βοηθητικά υποστυλώματα πρέπει να υπέρκεινται μεταξύ τους στους διάφορους ορόφους.

Σε πλάκες και δοκούς με ανοίγματα μέχρι 8m περίπου, αρκούν βοηθητικά υποστυλώματα στο μέσον του ανοίγματος. Για μεγαλύτερα ανοίγματα πρέπει να τοποθετούνται περισσότερα βοηθητικά υποστυλώματα. Για πλάκες ανοίγματος μικρότερου από 3m περιττεύουν κατά κανόνα τα βοηθητικά υποστυλώματα.

20.3.3.3 Φόρτιση δομικών στοιχείων μετά πρόσφατη αφαίρεση των ξυλοτύπων

Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή όταν δεν μπορεί να αποφευχθεί η χρήση των πατωμάτων κατά τις πρώτες ημέρες μετά την κατασκευή η αφαίρεση των ξυλοτύπων.

Δεν επιτρέπεται με κανένα τρόπο η απόρριψη, ή συσσώρευση, ή απόθεση μεγάλων ποσοτήτων πλίνθων, δοκών, σανίδων κλπ. σε προσφάτως κατασκευασθέντα πατώματα.

20.4 ΚΟΙΝΟΙ ΧΑΛΥΒΕΣ ΓΙΑ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

20.4.1 Μεταφορά και αποθήκευση

Η μεταφορά και αποθήκευση των χαλύβων πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να αποφεύγονται:

- μηχανικές βλάβες (π.χ. εγκοπές) ή πλαστικές παραμορφώσεις,
- θραύσεις συγκολλήσεων προκατασκευασμένων στοιχείων ή πλεγμάτων,
- ρυπάνσεις που βλάπτουν την συνάφεια,
- απώλειες της δυνατότητας χαρακτηρισμού και πιστοποίησης του είδους των χαλύβων,
- μειώσεις διατομών λόγω διάβρωσης.

Η μεταφορά και αποθήκευση των προκατασκευασμένων κλωβών και πλεγμάτων οπλισμού πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να αποφεύγεται, εκτός των άλλων, η απαράδεκτη παραμόρφωση των κλωβών και η σχετική μετατόπιση των οπλισμών.

Η κατάσταση της επιφάνειας των οπλισμών πρέπει να εξετάζεται πριν από την χρησιμοποίησή τους για να εξασφαλίζεται η απουσία βλαβερών αλλοιώσεων.

20.4.2 Κοπή

Η κοπή πρέπει να γίνεται, κατά προτίμηση, με μηχανικά μέσα.

Σε περίπτωση ράβδων ψυχρής εξέλασης με συστροφή πρέπει να αφαιρούνται τα μη συνεστραμμένα άκρα, αν χρησιμοποιούνται οι μηχανικές ιδιότητες των άκρων των ράβδων.

20.4.3 Κάμψη

Η κάμψη πρέπει να γίνεται με μηχανικά μέσα, με σταθερή ταχύτητα, χωρίς απότομες κινήσεις και με την βοήθεια τυμπάνων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται σταθερή ακτίνα καμπυλότητας για το καμπτόμενο τμήμα. Η διάμετρος του τυμπάνου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από εκείνη που εγγυάται η δοκιμή αναδίπλωσης. Απαγορεύεται το ίσιωμα ράβδων που έχουν καμφθεί ή η προθέρμανση με φλόγα οξυγόνου. Εξαιρούνται οι χάλυβες που μπορούν αποδεδειγμένα να καμφθούν χωρίς σημαντική μεταβολή των ιδιοτήτων τους.

20.4.4 Συγκολλήσεις ράβδων

20.4.4.1 Γενικά

Οι διατάξεις αυτές ισχύουν για τις συγκολλήσεις φερόντων οπλισμών είτε στο εργοστάσιο, είτε στο συνεργείο, είτε στο εργοτάξιο. Δεν ισχύουν για τις συγκολλήσεις πλεγμάτων και άλλων προϊόντων που έχουν προτυποποιηθεί και εγκριθεί ως συγκολλημένα στοιχεία.

Κατά την συγκόλληση πρέπει να τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας και να γίνονται ειδικοί έλεγχοι.

Απαγορεύεται η συγκόλληση με φλόγα οξυγόνου ή με σφυρηλάτηση.

20.4.4.2 Συγκολλήσεις με συνεχή ραφή

Οι συγκολλήσεις πρέπει να έχουν ικανοποιητική αντοχή και ολκιμότητα.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο με μέθοδο συγκόλλησης κατάλληλη για τον τύπο του οπλισμού και την υπόψη ένωση.

20.4.4.3 Σημειακές συγκολλήσεις

Ως σημειακές συγκολλήσεις νοούνται εξω οι προσωρινές συγκολλήσεις ράβδων οπλισμού για την μεταφορά και τοποθέτηση. Οι συγκολλήσεις αυτές πρέπει να έχουν ικανοποιητική αντοχή και ολκιμότητα, όπως οι ενώσεις με συνεχή ραφή (παρ. 20.4.4.2).

20.4.4.4 Συγκολλήσεις ράβδων οπλισμού σε άλλα χαλύβδινα στοιχεία

Η μελέτη, η εκτέλεση και ο έλεγχος αυτών των συγκολλήσεων πρέπει να συμφωνεί με τις γενικές απαιτήσεις συγκολλήσεων σε δομικά έργα.

20.4.4.5 Απαιτήσεις ικανότητας

Οι συγκολλήσεις πρέπει να επιβλέπονται από προσωπικό εξοικειωμένο με τις μεθόδους και τους Κανονισμούς συγκόλλησης οπλισμών.

Οι συγκολλητές πρέπει να αποδείξουν την ικανότητά τους για συγκόλληση υπό πραγματικές συνθήκες κατασκευής.

20.4.5 Ενώσεις

20.4.5.1 Ενώσεις με υπερκάλυψη

Το μήκος και η θέση των ενώσεων πρέπει να συμφωνούν με την μελέτη.

20.4.5.2 Ενώσεις με συγκόλληση

Ενώσεις με συγκόλληση γίνονται σύμφωνα με την παρ. 20.4.4 και στις θέσεις που προβλέπονται στην μελέτη.

Οι συγκολλήσεις επιτρέπονται, γενικά, μόνο σε ευθύγραμμα τμήματα οπλισμών.

20.4.5.3 Μηχανικές ενώσεις

Τα εξαρτήματα μηχανικών ενώσεων πρέπει να καλύπτονται με τεύχη έγκρισης ή με δοκιμές.

Οι μηχανικές ενώσεις πρέπει να γίνονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές που περιέχονται στα τεύχη έγκρισης οι θέσεις τους πρέπει να φαίνονται στα σχέδια οπλισμού.

20.4.6 Συναρμολόγηση και τοποθέτηση του οπλισμού

α) Η συναρμολόγηση του οπλισμού (καθολική ή μερική) στο εργοτάξιο ή στο συνεργείο πρέπει να εξασφαλίζει:
- την διατήρηση της θέσης των οπλισμών κατά την μεταφορά, την τοποθέτηση και την σκυροδέτηση μέσα στα όρια των κατασκευαστικών ανοχών. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για τις αποστάσεις από τις παρειές,
- την ευχέρεια διάστρωσης του σκυροδέματος.

β) Η συναρμολόγηση του οπλισμού περιλαμβάνει και την στερέωσή του.
Η στερέωση με συγκόλληση υπόκειται στις ίδιες κατασκευαστικές απαιτήσεις που αφορούν και τις ενώσεις με συγκόλληση.
Τα στηρίγματα και τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την τήρηση των αποστάσεων πρέπει να είναι κατάλληλα και σε ικανό αριθμό, ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες της παρ.α. Επιπλέον, δεν πρέπει να παρεμποδίζουν την διάστρωση ούτε να αποτελούν αδύνατο σημείο, όσον αφορά την αντοχή σε διάρκεια και ειδικά την επιρροή του περιβάλλοντος.
Τα στηρίγματα και τα παραπάνω στοιχεία πρέπει:
- να περιβάλλονται ικανοποιητικά από σκυρόδεμα,
- να είναι αδρανή ως προς τα περιβάλλοντα υλικά,
- να παρουσιάζουν ανοχές συμβιβαστές μ'εκείνες που απαιτούνται για τους οπλισμούς,
- να συμπεριφέρονται ικανοποιητικά όσον αφορά τις θερμοκρασιακές επιρροές.

20.5 ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

20.5.1 Μεταφορά και αποθήκευση

Οι τένοντες προέντασης, οι σωλήνες, οι αγκυρώσεις και οι σύνδεσμοι (π.χ.αρμοκλείδες) πρέπει να προστατεύονται κατά την μεταφορά, τον χειρισμό και την αποθήκευση. Η αποθήκευση πρέπει να γίνεται με προστασία από την βροχή, την υγρασία του εδάφους και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες αν είναι διαβρωτικές.

Η συγκόλληση κοντά σε τένοντες προέντασης απαγορεύεται, εκτος αν έχουν ληφθεί ειδικά μέτρα.

Η κατάσταση των επιφανειών των τενόντων και η στεγανότητα των σωλήνων πρέπει να ελέγχεται πριν από την χρήσή τους, ώστε να εξασφαλίζεται η απουσία επιβλαβών αλλοιώσεων.

20.5.2 Κοπή

Η κοπή πρέπει να γίνεται με μηχανικά μέσα ή με φλόγα οξυγόνου. Στην τελευταία περίπτωση η κοπή πρέπει να γίνεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 20 έως 30 mm από μια αγκύρωση.

20.5.3 Κάμψη

Η κάμψη επιτρέπεται αν γίνεται μόνο με μηχανικά μέσα, με σταθερή ταχύτητα, χωρίς απότομες κινήσεις, με την βοήθεια τυμπάνων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται σταθερή ακτίνα καμπυλότητας για το τμήμα που κάμπτεται. Η διάμετρος του τυμπάνου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την ελάχιστη επιτρεπόμενη, που καθορίζεται στα τεύχη έγκρισης.

Απαγορεύεται η αναδίπλωση.

Αν οι τένοντες όταν τοποθετούνται δεν είναι τέλεια ευθύγραμμοι, δηλαδή παρουσιάζουν τοπικές αποκλίσεις, τότε η χρήση τους πρέπει να αιτιολογείται από κατάλληλα πειραματικά δεδομένα ή να καλύπτεται από τεύχη έγκρισης.

20.6.2 Προένταση μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος

20.6.2.1 Οδηγίες για το εργοτάξιο

Πριν από οποιαδήποτε εργασία τάνυσης πρέπει να έχει παραληφθεί από το εργοτάξιο έγγραφο που να καθορίζει:
- την χρησιμοποιούμενη μέθοδο προέντασης,
- τα στοιχεία που θα προενταθούν και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί,
- την απαιτούμενη αντοχή σκυροδέματος κατά την έναρξη της προέντασης,
- την μέγιστη πίεση ή την δύναμη στους γρύλλους,
- την ολίσθηση των τενόντων, αν χρειάζεται,
- την επιμήκυνση που πρέπει να πραγματοποιηθεί, σε αντιστοιχία με την πίεση ή την δύναμη των γρύλλων και τα αποδεκτά όρια διακύμανσης της επιμήκυνσης αυτής,
- την σειρά των διαδοχικών φάσεων προέντασης και αφαίρεσης ικριωμάτων, αν προβλέπονται τέτοιες φάσεις,
- τις ενδεχόμενες δοκιμές που πρέπει να εκτελεσθούν (π.χ.δοκιμές τριβής),
- την σειρά τάνυσης των τενόντων και τα άκρα από όπου πρέπει να επιβληθεί η τάνυση.

20.6.2.2 Εκτέλεση της προέντασης

Η τάνυση πρέπει να γίνεται σύμφωνα με προκαθορισμένο πρόγραμμα και από προσωπικό κατάλληλα εκπαιδευμένο για την εργασία αυτή.

Γενικά απαιτείται ταυτόχρονη μέτρηση δύναμης και επιμήκυνσης. Στις περιπτώσεις που η δύναμη

στον γρύλλο δεν μπορεί να μετρηθεί απ'ευθείας, η προένταση πρέπει να φθάνει την τελική της τιμή σταδιακά, με ενδιάμεσες μετρήσεις. Οι μετρήσεις καταχωρούνται στο δελτίο προέντασης. Οι επιμηκύνσεις διαβάζονται με ακρίβεια χιλιοστού (mm).

Η προένταση συμπληρώνεται όταν η δύναμη στον γρύλλο και η αντίστοιχη επιμήκυνση γίνουν ίσες με τις απαιτούμενες τιμές, λαμβάνοντας υπόψη τις επιτρεπόμενες ανοχές.

Αν παρουσιασθούν ανωμαλίες, είτε στην σχέση μεταξύ επιμηκύνσεων που παρατηρήθηκαν και δυνάμεων που εφαρμόσθηκαν, είτε στην τιμή της ολίσθησης των τενόντων στις αγκυρώσεις, πρέπει να ληφθούν κατάλληλα μέτρα. Τα άκρα των τενόντων δεν πρέπει να κοπούν πριν επιβεβαιωθεί ότι η δύναμη προέντασης που επιτεύχθηκε είναι αποδεκτή.

20.6.3 Προστασία τενόντων και αγκυρώσεων σε περίπτωση προέντασης μετά από την σκλήρυνση του σκυροδέματος

20.6.3.1 Γενικά

Η εργασία προστασίας των τενόντων που έχουν ενταθεί και βρίσκονται μέσα σε σωλήνες (ή διόδους διαμορφωμένες στο σκυρόδεμα) περιλαμβάνει την πλήρωση με κατάλληλο υλικό όλων των κενών που υπάρχουν στο εσωτερικό των σωλήνων, ανάμεσα στους τένοντες και τους σωλήνες, και ανάμεσα στους ίδιους τους τένοντες.

α) Σε περίπτωση που απαιτείται μηχανική σύνδεση μεταξύ τενόντων και σκυροδέματος, οι σωλήνες πρέπει να συνδέονται κατάλληλα με το σκυρόδεμα και το προστατευτικό υλικό να παρουσιάζει ικανοποιητική μηχανική αντοχή. Κανονικά το προστατευτικό υλικό είναι τσιμεντένεμα που εισάγεται:
- είτε ανάμεσα στους τένοντες και τον σωλήνα, οπότε η σύνδεση εξασφαλίζεται από την συνάφεια μεταξύ τενόντων και σκληρυμένου τσιμεντενέματος,
- είτε ανάμεσα στους τένοντες, που έχουν καλυφθεί με προστατευτική μεμβράνη και τον σωλήνα, αν η μορφή και μόνο των τενόντων εξασφαλίζει την μηχανική σύνδεση.

β) Σε περίπτωση που δεν απαιτείται μηχανική σύνδεση, το προστατευτικό υλικό μπορεί να είναι μια λιπαντική ουσία που δεν πρέπει να επηρεάζεται από τον χρόνο ή να έχει δυσμενή επίδραση στους τένοντες.

γ) Οι αγκυρώσεις και οι συνδέσεις πρέπει να προστατεύονται από την διάβρωση.

Γενικά οι αγκυρώσεις καλύπτονται με σκυρόδεμα ή κονίαμα (σφράγισμα).

20.6.3.2 Προσωρινή προστασία

Αν το χρονικό διάστημα μεταξύ τάνυσης και τσιμεντένεσης είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο αποδεκτό, απαιτείται προσωρινή προστασία των τανυμένων τενόντων.

Στην περίπτωση που η συνάφεια μεταξύ τένοντα και τσιμεντένεσης είναι απαραίτητη, το υλικό της προσωρινής προστασίας θα πρέπει να συμβιβάζεται με την απαίτηση αυτή.

Το υλικό προσωρινής προστασίας δεν πρέπει να επηρεάζει δυσμενώς τον χάλυβα προέντασης ή το τσιμεντένεμα.

20.6.3.3 Προστασία με τσιμεντένεση στο εργοτάξιο

20.6.3.3.α Εκτέλεση της τσιμεντένεσης

Η τσιμεντένεση πρέπει να γίνεται ώστε να γεμίζουν ομοιόμορφα όλα τα κενά που υπάρχουν γύρω από τούς τένοντες μέσα στους σωλήνες. Η τσιμεντένεση πρέπει να γίνεται κατά τρόπο συνεχή και χωρίς διακοπή, αρχίζοντας από το πιο χαμηλό σημείο χάραξης, με εξαίρεση βέβαια τον δοκιμαστικό έλεγχο που γίνεται πριν από την έναρξη των εργασιών.

Η τσιμεντένεση αρχίζει μόνο αφού ελεγχθούν όλες οι απαραίτητες προϋποθέσεις καλής εκτέλεσης, δηλαδή:
- κατάλληλο προσωπικό σε επαρκή αριθμό,
- κατάλληλος εξοπλισμός, σε καλή κατάσταση και έτοιμος για λειτουργία,
- υλικά συγκεντρωμένα κοντά στον χώρο εργασίας,
- μόνιμη παροχή νερού υπό πίεση και πεπιεσμένου αέρα,
- αεραγωγοί προετοιμασμένοι και με κατάλληλη σήμανση,
- εκτέλεση δοκιμής καταλληλότητας αν απαιτείται.

20.6.3.3.β Τσιμεντένεση

Τα κύρια σημεία που πρέπει να καθορίζονται και να ελέγχονται πριν από την τσιμεντένεση είναι:
- τύπος τσιμέντου και προσθέτων (ενδεχομένως το είδος και η αναλογία άμμου),
- μέγιστη περιεκτικότητα σε βλαβερές ουσίες, κυρίως χλωρίδια, θειικά ή νιτρικά άλατα,
- λόγος νερού/τσιμέντου,
- ρευστότητα (στην είσοδο και στην έξοδο),
- απώλεια νερού,
- θλιπτική αντοχή τσιμεντενέματος,
- θερμοκρασία περιβάλλοντος,
- χρονικό διάστημα που το τσιμεντένεμα είναι εργάσιμο,
- καθορισμός και αριθμός δοκιμών ελέγχου (ειδικά καθορισμός της μεθόδου δειγματοληψίας),
- πίεση τσιμεντένεσης (μέγιστη επιτρεπόμενη),
- ειδικά προληπτικά μέτρα σε σχέση με την χάραξη των τενόντων (τένοντες μεγάλου μήκους, κατακόρυφοι τένοντες),
- πλύσιμο τενόντων αν χρειάζεται,
- μέτρα έναντι παγετού.

20.6.3.3.γ Σφράγισμα

Μετά από την σκλήρυνση του τσιμεντενέματος, όλα τα ανοίγματα, τα σωληνάκια και οι αεραγωγοί πρέπει να σφραγίζονται ερμητικά για να εμποδίζεται η διείσδυση νερού, αντιπηκτικών και άλλων βλαβερών ουσιών.

20.6.4 Ειδικές μέθοδοι

Για ειδικές μεθόδους (π.χ.προένταση με περιέλιξη) οι παραπάνω κανόνες ισχύουν από γενική άποψη μόνο. Πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες που δίνονται στα τεύχη έγκρισης.

21. ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Στο Κεφάλαιο αυτό ορίζονται οι απαιτούμενοι έλεγχοι για την εξασφάλιση της καταλληλότητας της κατασκευής, από την άποψη μόνο της ασφάλειας και της ανθεκτικότητας σε διάρκεια.

21.1 ΓΕΝΙΚΑ

21.1.1 Ορισμοί

Ποιοτικός έλεγχος: ο ποιοτικός έλεγχος περιλαμβάνει συνδυασμό ενεργειών και αποφάσεων που λαμβάνονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Επίσης περιλαμβάνει ελέγχους που εξασφαλίζουν την ικανοποίηση των αποφάσεων.

Ο ποιοτικός έλεγχος αποτελείται από δύο διαφορετικά αλλά αλληλοεξαρτώμενα μέρη, τον έλεγχο της παραγωγής και τον έλεγχο συμμόρφωσης.

Ελεγχος παραγωγής: περιλαμβάνει συνδυασμό ενεργειών και αποφάσεων που λαμβάνονται κατά την διάρκεια της παραγωγής για τον έλεγχο των εργασιών παραγωγής και για την εξασφάλιση της ικανοποίησης των όρων των προδιαγραφών.

Ελεγχος συμμόρφωσης: συμπεριλαμβάνει συνδυασμό ενεργειών και αποφάσεων σύμφωνα με προσυμφωνημένους κανόνες, για έλεγχο της συμμόρφωσης του προϊόντος με τις προδιαγραφές.

Κανόνες συμμόρφωσης: ομάδα κανόνων που συμπεριλαμβάνει:

- τον καθορισμό του μεγέθους του δείγματος που θα εξεταστεί,
- την συχνότητα της δειγματοληψίας,
- τον αριθμό του κριτηρίου αποδοχής.

Συμμόρφωση/Μη συμμόρφωση: σχετίζεται με μια πρώτη απόφαση. Η συμμόρφωση οδηγεί σε αποδοχή ενώ η μή συμμόρφωση οδηγεί σε ορισμένες άλλες ενέργειες.

Αποδοχή/Απόρριψη: σχετίζεται με την τελική απόφαση.

Η μή συμμόρφωση μπορεί να οδηγήσει σε αποδοχή ή απόρριψη.

21.1.2 Ενέργειες ποιοτικού ελέγχου

Ο ποιοτικός έλεγχος περιλαμβάνει τους ακόλουθους συστηματικούς ελέγχους των υλικών, των μεθόδων κατασκευής και των τελειωμένων προϊόντων:

α) έλεγχοι με την βοήθεια οργάνων μέτρησης
 - δοκιμές των υλικών για την παραλαβή τους,
 - έλεγχοι διαστάσεων ξυλοτύπου, οπλισμών, προκατασκευασμένων στοιχείων κ.ά.

β) επιθεώρηση
 - αναγνώριση των υλικών,
 - εξέταση των πιστοποιητικών συμμόρφωσης,
 - έλεγχος της αντιστοιχίας των μετρήσεων προς την χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία,
 - έλεγχος της καταλληλότητας του εξοπλισμού και της εξειδίκευσης του προσωπικού,
 - έλεγχος ξυλοτύπων, οπλισμών, διάστρωσης σκυροδέματος κ.ά.

21.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

21.2.1 Προκαταρκτικοί έλεγχοι

21.2.1.1 Γενικά

Ο σκοπός των προκαταρκτικών ελέγχων, που γίνονται πριν αρχίσουν οι εργασίες παραγωγής, είναι ο έλεγχος της δυνατότητας να κατασκευασθεί το προβλεπόμενο από την μελέτη έργο, με τα διατιθεμένα υλικά, τον υπάρχοντα εξοπλισμό και τις προβλεπόμενες και διαθέσιμες μεθόδους κατασκευής.

21.2.1.2 Αξιοπιστία της μελέτης

Η μελέτη που δίνεται στον υπεύθυνο για την κατασκευή πρέπει να επαληθεύεται πριν από κάθε εργασία ως προς την αξιοπιστία και το συμβιβαστό των σχεδίων και των τευχών.

Το σύνολο των σχεδίων και κειμένων πρέπει να είναι πλήρες.

Η μελέτη πρέπει να καλύπτει όλες τις φάσεις κατασκευής και χρήσης του έργου.

Ο υπεύθυνος για την κατασκευή δεν πρέπει σε καμμιά περίπτωση να τροποποιήσει την μελέτη με δική του πρωτοβουλία.

21.2.1.3 Αξιοπιστία της επιλογής υλικών και συστατικών

Η ποιότητα και το συμβιβαστό των υλικών και των συστατικών των σκυροδεμάτων, κονιαμάτων κ.λ.π. πρέπει να ελέγχεται με προκαταρκτικές δοκιμές.

Για τον σκοπό αυτό, πριν αρχίσει η παραγωγή σκυροδέματος, πρέπει να ελεγχθεί το ότι οι προτεινόμενες αναλογίες μίξης και τα προτεινόμενα υλικά ικανοποιούν τις προδιαγραφές για το νωπό και για το σκληρυμένο σκυρόδεμα, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες που θα υπάρχουν κατά το στάδιο της πλήρους παραγωγής.

21.2.1.4 Αξιοπιστία των μεθόδων και μέσων κατασκευής

Ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί και οι μέθοδοι κατασκευής που προτείνονται πρέπει να καθορισθούν επακριβώς και να ελεγχθούν πριν αρχίσει η κατασκευή. Για τον σκοπό αυτό μπορούν ενδεχομένως να γίνουν και δοκιμές.

21.2.2 Ελεγχος υλικών και συστατικών

21.2.2.1 Γενικά

Θεωρείται ως δεδομένο ότι στο εργοστάσιο ο έλεγχος των υλικών και συστατικών γίνεται από τον παραγωγό.

Στο εργοτάξιο πρέπει να ελέγχεται κατά την παραλαβή ότι τα υλικά και συστατικά που παραλαμβάνονται συμφωνούν με την παραγγελία.

21.2.2.2 Επιθεώρηση σε περίπτωση παραλαβής στο εργοτάξιο

21.2.2.2.α Υλικά

Η επιθεώρηση των υλικών αφορά τον χαρακτηρισμό τους και την συμφωνία τους με τις προδιαγραφές των τευχών έγκρισης ή με τις απαιτήσεις αυτού του Κανονισμού.

Ολα τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικά συμμόρφωσης, τα οποία να δείχνουν ότι η ποιότητα και η μέθοδος παραγωγής του υλικού συμφωνεί με τη σχετική εγκριτική απόφαση.

21.2.2.2.β Ετοιμο σκυρόδεμα

Ισχύουν οι διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ).

21.2.2.2.γ Μεταλλικά στοιχεία

Ο έλεγχος της ποιότητας των μεταλλικών στοιχείων γίνεται συνήθως με βάση τις εγγυήσεις που συνοδεύουν την παράδοσή τους στο εργοτάξιο και αργότερα με τον οπτικό έλεγχο της κατάστασής τους πριν τοποθετηθούν στο έργο.

21.2.2.3 Ελεγχος πριν από την χρήση

Πριν από οποιαδήποτε χρήση υλικών και συστατικών στο έργο πρέπει:

α) να ελέγχεται ότι δεν έχουν υποστεί από τότε που έγινε η παραλαβή τους στο εργοτάξιο ή στο εργοστάσιο, τέτοιες ζημιές που να τα κάνουν ακατάλληλα για την χρήση,

β) ενδεχομένως, να ελέγχεται η αμοιβαία συμβιβαστότητά τους,

γ) ενδεχομένως, να ελέγχεται η ποιότητα του νερού.

21.2.3 Επιθεώρηση πριν από την σκυροδέτηση

Η επιθεώρηση αυτή πρέπει να αφορά:

- την στερεότητα των ξυλοτύπων και ικριωμάτων,
- την συμφωνία των διαστάσεων των ξυλοτύπων με τα κατασκευαστικά σχέδια,
- την καθαρότητα των ξυλοτύπων και των επιφανειών διακοπής σκυροδέτησης,
- την ομοιόμορφη επικάλυψη των καλουπιών με προϊόντα που διευκολύνουν το ξεκαλούπωμα,
- την στεγανότητα των αρμών μεταξύ των στοιχείων των ξυλοτύπων,
- την επιφανειακή κατάσταση των οπλισμών και των τενόντων προέντασης,
- την θέση και διάμετρο των οπλισμών (και των τενόντων), την στερέωσή τους, την ποιότητα των συνδέσεών τους και την κατάσταση των σωλήνων,
- την κανονικότητα των καμπυλών των τενόντων μέσα στους σωλήνες,
- την κατάσταση των αγκυρώσεων, την θέση τους και την στερέωσή τους,
- την παρουσία στο εργοτάξιο του εξοπλισμού που ενδεχομένως απαιτείται για ρύθμιση του ξυλοτύπου,
- την παρουσία στο εργοτάξιο εξοπλισμού για τη συντήρηση του σκυροδέματος,
- προβλέψεις για προστασία από τον ήλιο, δυνατό αέρα, βροχή ή ψυχρό καιρό.

21.2.4 Ελεγχος ανάμιξης, μεταφοράς και διάστρωσης του σκυροδέματος

Ισχύουν οι αντίστοιχες διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ).

21.2.5 Ελεγχοι συντήρησης του σκυροδέματος

Ισχύουν οι αντίστοιχες διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ).

21.2.6 Ελεγχοι κατά την προένταση (προένταση πριν και μετά από την σκλήρυνση του σκυροδέματος)

Οι χάλυβες προέντασης πρέπει να επιθεωρούνται πριν χρησιμοποιηθούν, με σκοπό να αποκαλυφθούν οι βλάβες τις οποίες μπορεί να έχουν υποστεί μετά την παραλαβή τους στο εργοτάξιο.

Η ακρίβεια των συσκευών (πιεσόμετρα, δυναμόμετρα) πρέπει να ελέγχεται πριν από την πρώτη χρήση τους και στη συνέχεια, τουλάχιστον μια φορά τον μήνα.

Τα σφάλματα βαθμονόμησης δεν πρέπει να ξεπερνούν το 3% στην στάθμη της δύναμης προέντασης.

Πριν από την τάνυση πρέπει να ελέγχεται και να εξασφαλίζεται η δυνατότητα σωστής εφαρμογής της. Πρέπει να ελέγχεται η σωστή εφαρμογή των οδηγιών που δίνονται στις παρ.20.6.1.1 και 20.6.2.1.

Οι μετρήσεις που γίνονται σε κάθε στάδιο προέντασης (πιέσεις στους γρύλλους, επιμηκύνσεις, ολισθήσεις στις αγκυρώσεις) πρέπει να σημειώνονται στο δελτίο προέντασης.

Ο χρόνος ανάμεσα στην επιβολή της προέντασης και την οριστική προστασία των τενόντων πρέπει να ελέγχεται και να σημειώνεται.

21.2.7 Ελεγχος των μέτρων προστασίας των τενόντων (προένταση μετά από την σκλήρυνση του σκυροδέματος)

Πριν από την τσιμεντένεση πρέπει να ελεγχθεί ότι έχουν εφαρμοσθεί οι όροι των παρ.20.6.3.2 και 20.6.3.3.

Κατά την διάρκεια της τσιμεντένεσης πρέπει απαραιτήτως να ελέγχεται η πίεση, η ελεύθερη ροή του ενέματος από τα ακροφύσια, η διαρροή ενέματος, η ποσότητα του εισαγόμενου ενέματος και να λαμβάνονται δοκίμια για τον έλεγχο του ιξώδους και της απώλειας νερού και -αν απαιτείται- για τον έλεγχο της αντοχής.

Μετά από την τσιμεντένεση πρέπει να ελεγχθεί το σφράγισμα των αγκυρώσεων.

21.2.8 Ημερολόγιο εργασιών

Στο εργοτάξιο πρέπει να τηρείται ένα ημερολόγιο εργασιών, που για μεγάλα έργα πρέπει να περιέχει τις παρακάτω πληροφορίες:

- μετρήσεις θερμοκρασίας αέρος,
- την σύνθεση του σκυροδέματος που χρησιμοποιείται (τύπος τσιμέντου και αδρανών),
- αποδοχή υλικών και συστατικών,
- επιθεωρήσεις και ελέγχους τοποθέτησης των οπλισμών και των τενόντων,
- ημερομηνίες σκυροδέτησης και αφαίρεσης ξυλοτύπων,
- αποτελέσματα δοκιμών και μετρήσεων,
- την θερμοκρασία του σκυροδέματος (όταν η σκυροδέτηση γίνεται με πολύ ψυχρό καιρό),
- την περιγραφή συμβάντων.

21.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ

21.3.1 Γενικά

Οι έλεγχοι συμμόρφωσης επιτρέπουν την λήψη απόφασης συμμόρφωσης ή μη-συμμόρφωσης.

21.3.2 Υλικά και συστατικά

Ο έλεγχος συμμόρφωσης των υλικών και συστατικών αφορά κανονικά την εγκυρότητα των ελέγχων που έγιναν σύμφωνα με την παρ. 21.2.2.

21.3.3 Ελεγχος συμμόρφωσης του σκυροδέματος

Η παράγραφος αυτή αφορά τον έλεγχο της ποιότητας του σκυροδέματος στην κατάσταση που βρίσκεται τούτο αμέσως πριν από την χρήση του. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με σκοπό την αποδοχή του.

Τα θέματα τα σχετικά με:

- μεθόδους προδιαγραφής και δοκιμών ελέγχου σκυροδέματος,
- μεθόδους δειγματοληψίας και δοκιμής,
- εκτίμηση της αντοχής του σκυροδέματος,
- αξιοπιστία των προτύπων δοκιμών αντοχής

διέπονται από τις αντίστοιχες διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος.

21.3.4 Ελεγχος της τελειωμένης κατασκευής

Ο έλεγχος αυτός συνίσταται στην οπτική επιθεώρηση και τον έλεγχο διαστάσεων.

Ανάλογα με το είδος και την προβλεπόμενη χρήση της κατασκευής ίσως απαιτηθούν πρόσθετοι έλεγχοι.

21.4 ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

21.4.1 Γενικά

Η αποδοχή της κατασκευής περιλαμβάνει χωριστές αποφάσεις για κάθε τμήμα του έργου (αντίστοιχο των παρτίδων σκυροδέματος) που υπόκειται σε έλεγχο και αποδοχή, και μια απόφαση για την συμπεριφορά του έργου ως συνόλου.

21.4.2 Μέτρα που λαμβάνονται σε περίπτωση μή συμμόρφωσης

Αν η επιθεώρηση ή τα αποτελέσματα των δοκιμών δημιουργούν αμφιβολίες για την ποιότητα του έργου, πρέπει να γίνεται ειδικός έλεγχος. Αυτός περιλαμβάνει τον έλεγχο της αξιοπιστίας των στοιχείων που έχουν ληφθεί και την εκτίμηση της πραγματικής αντοχής και συμπεριφοράς της κατασκευής, με πιθανή προσφυγή σε ακριβέστερες μεθόδους υπολογισμού.

Επίσης μπορεί να γίνει και πειραματικός έλεγχος της κατασκευής.

Αν τελικά τα αποτελέσματα των δοκιμών ελέγχου του σκυροδέματος δεν είναι ικανοποιητικά, πρέπει να ακολουθούνται οι ενέργειες που αναφέρονται στον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος.

21.4.3 Στοιχεία του έργου

Κατά την παραλαβή του έργου διαβιβάζονται στον κύριο του έργου όλα τα έγγραφα και άλλα στοιχεία που αφορούν την κατασκευή του έργου, όπως αυτή πραγματικά εκτελέσθηκε.

22. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ/ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

22.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι κατασκευές πρέπει να συντηρούνται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αντοχή και η λειτουργικότητα

που αναμένεται από αυτές και για την οποία μελετήθηκαν. Οταν, παρ' όλα αυτά, διαπιστωθούν φθορές και βλάβες σε βαθμό τέτοιο που η χρήση του έργου να συνεπάγεται κινδύνους, πρέπει να γίνονται επισκευές ή και ενισχύσεις.

22.2 ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

Οι επιθεωρήσεις έχουν σκοπό να ανιχνεύσουν την ενδεχόμενη εμφάνιση βλαβών, στην διάρκεια της ζωής του έργου. Εργα μεγάλης σημασίας που βρίσκονται σε ειδικό περιβάλλον, πρέπει να επιθεωρούνται τακτικά, και αν είναι απαραίτητο με ειδικά όργανα ελέγχου που έχουν ενσωματωθεί κατά την κατασκευή.

22.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Αλλαγές χρώματος, διάρρηξη-εκτίναξη του σκυροδέματος, διαρροές, σκουριά κ.λ.π. από την μια, και ρωγμές ή υπερβολικές παραμορφώσεις από την άλλη, μπορούν να είναι ενδείξεις σοβαρής βλάβης.

Αν υπάρχουν υπόνοιες σοβαρής βλάβης είναι αναγκαία η συνδρομή εμπειρογνώμονα για να αναλυθεί η αιτία, να αποτιμηθούν οι βλάβες και να δοθούν οδηγίες για την επέμβαση, αν χρειάζεται.

22.4 ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ/ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

Καμμιά οριστική επέμβαση δεν πρέπει να γίνεται πριν ανακαλυφθεί η αιτία της βλάβης και πριν εξουδετερωθεί αυτή με κατάλληλο τρόπο.

22.5 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Η μελέτη και το πρόγραμμα επισκευών και ενισχύσεων πρέπει να καλύπτονται και από δοκιμές αν χρειαστεί.

Πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η κατασκευή μετά τις επισκευές/ ενισχύσεις παρέχει ασφάλεια τουλάχιστον ίση με την ασφάλεια που απαιτείται στις νέες κατασκευές, που μελετώνται και κατασκευάζονται σύμφωνα με τον παρόντα Κανονισμό, ενώ παραλλήλως πρέπει να ικανοποιούνται και τα κριτήρια λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας.

ΑΘΗΝΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1994

Η ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΣΥΝΤΑΞΗΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

Εκδίδει την ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ από το 1833

Διεύθυνση : Καποδιστρίου 34
Ταχ. Κώδικας : 104 32
TELEX : 22.3211 YPET GR
FAX : 5234312

Οι Υπηρεσίες του **ΕΘΝΙΚΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ** λειτουργούν καθημερινά από **8.00'** έως **13.00'**

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

- Πώληση ΦΕΚ όλων των Τευχών Σολωμού 51 τηλ.: 52.39.762
- ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ: Σολωμού 51 τηλ.: 52.48.188
- Για φωτοαντίγραφα παλαιών τευχών στην οδό Σολωμού 51 τηλ.: 52.48.141
- Τμήμα πληροφόρησης: Για τα δημοσιεύματα των ΦΕΚ Σολωμού 51 τηλ.: 52.25.713 – 52.49.547

- Οδηγίες για δημοσιεύματα Ανωνύμων Εταιρειών και ΕΠΕ τηλ.: 52.48.785

Πληροφορίες για δημοσιεύματα Ανωνύμων Εταιρειών και ΕΠΕ τηλ.: 52.25.761

- Αποστολή ΦΕΚ στην επαρχία με καταβολή της αξίας του δια μέσου Δημοσίου Ταμείου Για πληροφορίες: τηλ.: 52.48.320

Τιμές κατά τεύχος της ΕΦΗΜΕΡΙΔΑΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ:

Κάθε τεύχος μέχρι 8 σελίδες δρχ. 100. Από 9 σελίδες μέχρι 16 δρχ. 150, από 17 έως 24 δρχ. 200

Από 25 σελίδες και πάνω η τιμή πώλησης κάθε φύλλου (8σέλιδου ή μέρους αυτού) αυξάνεται κατά 50 δρχ.

Μπορείτε να γίνετε συνδρομητής για όποιο τεύχος θέλετε. Θα σας αποστέλλεται με το Ταχυδρομείο.

ΕΤΗΣΙΕΣ ΣΥΝΔΡΟΜΕΣ

Κωδικός αριθ. κατάθεσης στο Δημόσιο Ταμείο 2531		Κωδικός αριθ. κατάθεσης στο Δημόσιο Ταμείο 3512
Η ετήσια συνδρομή είναι:		Ποσοστό 5% υπέρ του Ταμείου Αλληλοβοηθείας του Προσωπικού (ΤΑΠΕΤ)
α) Για το Τεύχος Α'	Δρχ. 20.000	Δρχ. 1.000
β) » » » Β'	» 40.000	» 2.000
γ) » » » Γ'	» 10.000	» 500
δ) » » » Δ'	» 40.000	» 2.000
ε) » » » Αναπτυξιακών Πράξεων	» 25.000	» 1.250
στ) » » » Ν.Π.Δ.Δ.	» 10.000	» 500
ζ) » » » ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	» 5.000	» 250
η) » » » Δελτ. Εμπ.& Βιομ. Ιδ.	» 10.000	» 500
θ) » » » Αν. Ειδικού Δικαστηρίου	» 3.000	» 150
ι) » » » Α.Ε. & Ε.Π.Ε.	» 210.000	» 10.500
ια) Για όλα τα Τεύχη εκτός ΤΑΕ-ΕΠΕ	» 110.000	» 5.500

Πληροφορίες: τηλ. 52.48.320

ΑΠΟ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ